

الجمعيـة الجغـرافيـــة المصرية

جيومورفولوجية منطقة توشكى وامكانات التنمية

سلسلة بحوث جغرافية ١٩٩٩ العدد الرابع

سلسلة بحوث جغرافية

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التي يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمي الـــذي تنشـــاه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه " السلسلة " على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التـــي تهتـــم بطرح رؤى جديدة في مناهج البحث الجغرافي وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية في مختلـــف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم بـــه الجمعية الجغرافية المصرية التي تعد أقدم الجمعيات الجغرافية في العالم العربي، كما تعد رائـــدة في إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصيلة.

وقد تتضمن بحوث هذه " السلسلة " ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراه المجازة في الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط في البحوث التي تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية :

- تقبل للنشر في هذه السلسلة البحوث التي تتسم بالأصالة وتسهم في تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مـــع

ـة استثناء البحوث الممتازة مـــن هـــذا

في أية جهة أخرى

ـوم والصور على نحو يسمح بطباعتها

ـــلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس

المحكمين من كبار الأساتذة في مجال التخصص، وفـــي حالـــه

ـرسل البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقـــاريرهم يمكـــن

ـنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.

ـ قدم للنشر لا ترد الى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.

- تتحمل الجمعية جميع تكاليف النشر كما تحتفظ الجمعية بحقوق النشر.

ـعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسدد ثمنها طبقـــاً لســـعر

اهداءات ٢٠٠٢

الجمعية الجغرافية المصرية

القاهرة

جيومورفولوجية منطقة
توشكى
وامكانات التنمية

الدكتور: جودة فتحى التركمانى
كلية الآداب - جامعة القاهرة

١٩٩٩

رقم الايداع بدار الكتب

٩٧/٥١٤١

I.S.B.N. 977/582/00/2

دار طيبة للطباعة ت . ٤٩١٧٢٣٤-٤٣٩١٧٧٥

المحتـــويـــات

فهرس الخرائط والأشكال البيانية

فهرس الجداول

فهرس الصور الفوتوغرافية

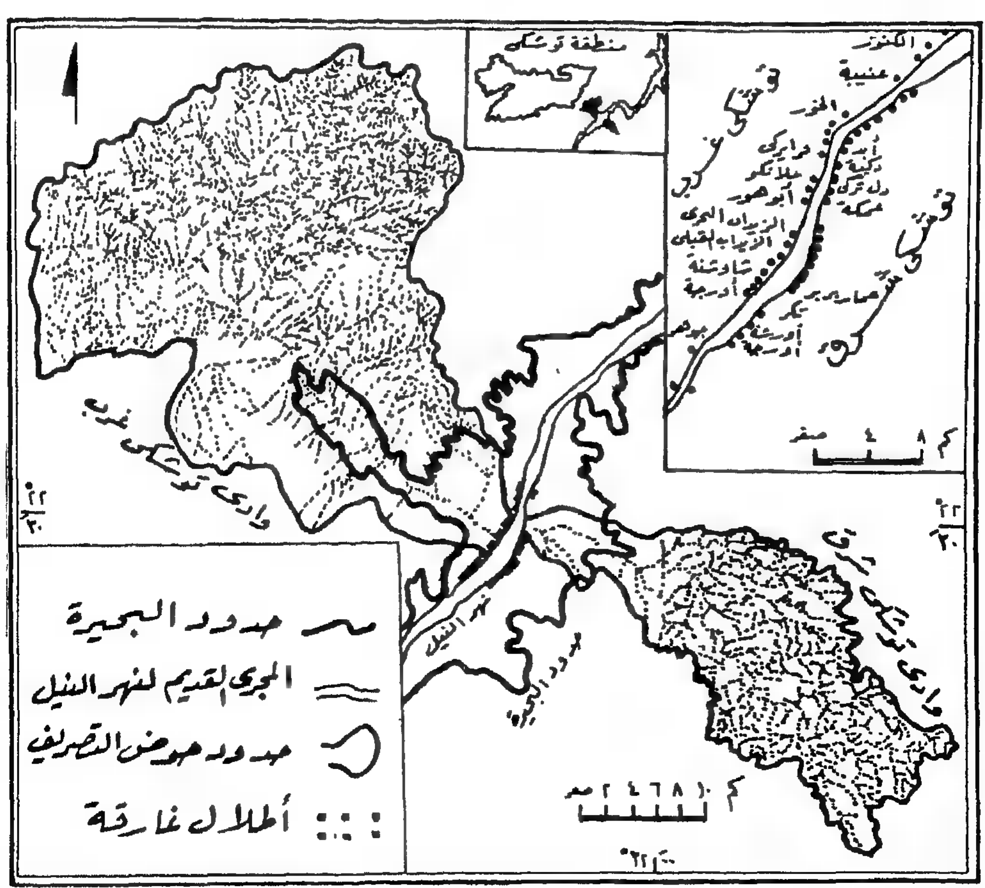
المقدمة :

أولاً : توشكى : تعريفات عامة :

تتكون كلمة توشكى من مقطعين أولهما "توشى" أو "توشو" وهو اسم لنوع من الأعشاب الطبية ينمو برياً فى وادى توشكى ولايوجد فى المواضع الأخرى وهو نبات الغبيرة Ambrosia أما المقطع الثانى من الكلمة وهو "كى" أو "كه" أو "كا" فمعناها فى اللهجة النوبية المكان أو الدار أو الموطن، ولذا فأن كلمة توشكى معناها موطن نبات الغبيرة (دهب، ١٩٧٧، ص ٥) هذا مع العلم من أنه يوجد نبات الغبيرة فى مناطق عديدة من صحراء مصر الغربية خاصة فى المنخفضات التى تتضمنها محافظة الوادى الجديد.

وثمة تفسير آخر لكلمة توشكى يشيع بين النوبيين من سكان المنطقة قبل تهجيرهم ومفاده أن كلمة توشكى تتكون من مقطعين،المقطع الأول هو "تو" بمعنى ولد، أما المقطع الثانى وهو "شكِي" فهو بمعنى الشجاع، ثم حرفت الياء فى النطق إلى ألف وأصبحت تنطق "شكَى" وتعنى هذه الكلمة أن أهالى سكان المنطقة قبل التهجير كانوا يتميزون بالشجاعة.

ويطلق اسم توشكى على عدد من الظواهر الجغرافية الطبيعية منها والبشرية. فهو يطلق على ظاهرتين جغرافيتين طبيعيتين هما وادى توشكى غرب، ووادى توشكى شرق، وقد غمرتهما مياه بحيرة ناصر غمراً جزئياً عند مخرج الواديين الذين يقعان غرب وشرق نهر النيل كما فى شكل (١) . وتتمثل الظاهرة الطبيعية الأخرى فيما يعرف بمنخفض توشكى Tushka Depression والذى يقع فيما بين وادى النيل من جهة وجنوب منخفض الخارجة من جهة أخرى بالصحراء الغربية وتربو مساحته على ١٣٠٠٠ كيلومتر مربع. وهذا المنخفض يعتبر منخفضاً مركباً حيث يتضمن أربعة منخفضات ثانوية يطلق عليها منخفض توشكى (١) ، توشكى (٢) ، توشكى (٣) ، توشكى (٤) بالإضافة إلى حوض كريم الذى يمثل منطقة منخفضة أيضاً فى جنوبه الغربى وكلهاتمثل مواضع متصلة جزئياً وتفصلها حافات أخفض منسوباً من الحواف المحددة لمنخفض توشكى والواقعة على خط كنتور ٢٠٠ متر



المصدر : تم رسمها من لوحة وادى كرسكو ١ : ١٠٠٠٠٠ ١٩٩٣، لوحة توشكة ١ : ١٠٠٠٠٠ ١٩٤٤، الخرائط الخاصة بوادى توشكا ١ : ٥٠٠٠٠ أعوام ٩١ - ١٩٩٢.

شكل (١) : موقع قرية توشكى ووادى توشكى.

فوق البحر، وقد تشكلت كلها بنائياً ثم عمقت عوامل النحت والتعرية هذه المنخفضات الثانوية، وأصبحت شبه منفصلة ولكن تجمعها حدود واحدة هى حدود منخفض توشكى نفسه.

أما الظاهرة البشرية التى يطلق عليها اسم توشكى فتتمثل فى قريتين هما قرية توشكى شرق التى كانت تقع على خط عرض ٥٢ً ٢٩َ ٢٢° شمالاً وعلى خط

طول ٣١ً ٣ً ٥٣َ ٣١° شرقاً وقرية توشكى غرب والتى كانت تقع على خط عرض ٣٨ً ٢٩َ ٢٢° شمالاً وعلى خط طول ٠٠ً ٥١َ ٣١° شرقاً كما فى شكل (١) وقد غمرتهما مياه بحيرة ناصر بعد إتمام بناء السد العالى وكان يقطنهما الكنوز من النوبيين، وقد تم إنشاء بديلاً لهما قريتا : توشكى غرب وتوشكى شرق على غرار ما حدث لكل القرى النوبية على حواشى سهل كوم إمبو وهما موجودتان الآن بنفس الإسم. وقد بلغ عدد النجوع التى غمرت فى منطقة توشكى ٢٠٢ نجعاً غرب بحيرة ناصر فيما بين الحدود المصرية السودانية وخط عرض ٢٤° شمالاً بينما فى شرق بحيرة ناصر بلغ عددها ٢٨٩ نجعاً كما فى شكل (٢).

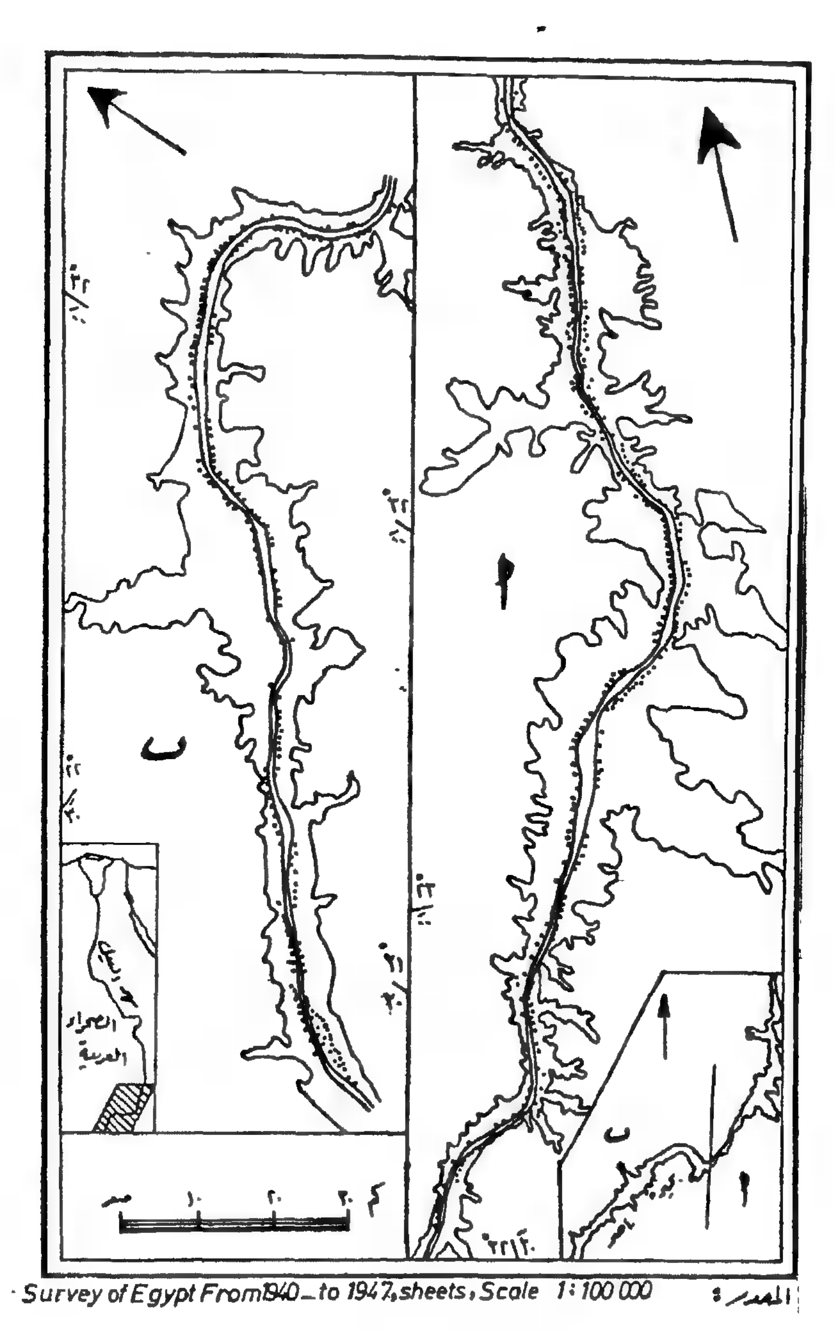
ثانياً : منطقة الدراسة :

تشمل منطقة الدراسة التى عنى هذا البحث بتحليل سماتها وخصائصها الجيومورفولوجية منطقة واسعة والتى أطلق عليها بعض الجيولوجيين اسم منطقة حوض توشكى Tushka Basin Area على الرغم من أن كلمة حوض لاتمثل اسماً على مسمى، إذ لايوجد منخفض بالمعنى الجغرافى المعروف ولكنها منطقة حددها الشاذلى وآخرون بأنها تمتد من بئر كركر شمالاً حتى بئر كريم ونخلاى وتخليس جنوباً، وإنها تمتد بين خطى عرض ٢٢° ـ ٢٤° شمالاً، كما تمتد بين خطى طول ٣٠َ ٢٩° شرقاً حتى بحيرة ناصر عند ٣٣° شرقاً تقريباً وتبلغ مساحتها على ضوء القياسات التى أجراها الباحث على اساس ان حدود هذه المنطقة حدود فلكية بالدرجة الأولى ٤٨٩٠٣كم٢ [(١)] شكل (٣) ، ويقع فى منتصفها تقريباً منخفض توشكى ويقع فى جنوبها الشرقى وادى توشكى (غرب). وقد وجد أنه يمكن أن يطلق على هذه المنطقة بهذه الأبعاد اسم منطقة توشكى وهو الأسم الذى إستقر عليه الباحث فى هذه الدراسة والتى تتضمن أيضاً كل من منخفض توشكى وحوض وادى توشكى.

وسوف تنصب دراستنا هذه على منطقة توشكى بشكل عام ثم منخفض توشكى، وكل من حوض ووادى توشكى كما فى شكل (٣) بينما فى الدراسة التفصيلية سوف يركز الباحث فى دراسته على شرقى منخفض توشكى.

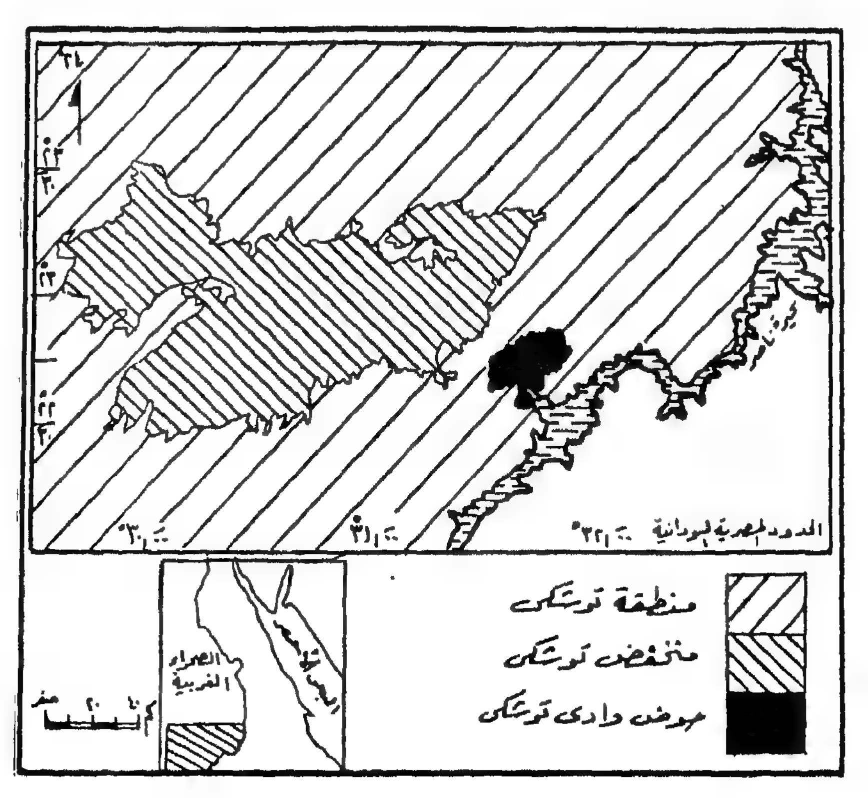
---

(١) وردت فى دراسة الشاذلى وآخرون (El-Shazly et al., 1977, P 32) ان مساحة منطقة توشكى ٨٠٠٠٠ كم٢ وهو رقم مبالغ فيه.



المصدر : Survey of Egypt From 1940 – to 1947, sheets, Scale 1: 100 000

شكل (٢) : القرى المغمورة فى منطقة توشكى وشرق بحيرة ناصر.



شكل (٣) : حدود وأقسام منطقة الدراسة.

ثالثاً : محتوى البحث :

تتضمن هذه الدراسة مقدمة ثم دراسة تفصيلية للأقسام والمناطق المختلفة التى تتضمنها المنطقة، نعقبها بنتائج الدراسة وقائمة بالمراجع والمصادر التى إعتمد عليها الباحث فى إتمام الدراسة.

وقد تضمن الفصل الأول الملامح الجيومورفولوجية لمنطقة توشكى ككل من حيث البنية وما طرأ على المنطقة من تغيرات بنائية وتضاريس المنطقة، ثم العمليات الجيومورفولوجية الرئيسية التى تحدث - أو حدثت - بالمنطقة مثل عمليات التجوية وعمليات النحت وعمليات النقل والإرساب وذلك على المستوى الإقليمى للمنطقة. كما يتناول هذا الفصل الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسية بالمنطقة حسب

النشأة ممثلة في الأشكال البنائية وفي أشكال النحت والإرساب والتي ساهمت العمليات الجيومورفولوجية السابق ذكرها في نشأتها.

أما في الفصل الثاني فيختص بدراسة جيومورفولوجية منخفض توشكى سواء بنية ونشأة المنخفض، أو التطور الجيولوجي والبنيوي للمنخفض، ثم دراسة خصائصه الجغرافية العامة، والملامح المورفولوجية المميزة لسطح المنخفض.

ويتناول الفصل الثالث جيومورفولوجية وادي توشكى من حيث بنية وتطور حوض الوادي، وأهم الملامح الجيومورفولوجية الموجودة بحوض الوادي، والتحليل المورفومتري لشبكة التصريف، والخصائص التضاريسية للحوض، والقطاعات الطولية للأودية الرئيسية بالحوض، بحيث يتم مقارنة وادي توشكى بأودية المنطقة من جهة وبنظيرتها شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى، ثم دراسة قناة مفيض توشكى والدور الذي تلعبه بين بحيرة ناصر ومنخفض توشكى.

ويركز الفصل الرابع على التحليل الجيومورفولوجي لمنطقة شرقي منخفض توشكى حيث يتناول خصائصها العامة وجيولوجية وطبوغرافية المنطقة لما لهما من دلالة وتأثير على الظاهرات وعلى العمليات الجيومورفولوجية، ثم دراسة الأشكال البنائية وأشكال النحت وأشكال الإرساب بحيث يتم دراسة كل ظاهرة بالتفصيل من حيث نشأتها والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر على نشأة وتشكيل الظاهرة - وليست على المنطقة كما سبق في الفصل الأول - ثم مراحل التطور الجيومورفولوجي التي تمر بها كل ظاهرة قدر المستطاع.

ويهتم الفصل الخامس والأخير بدراسة تأثير الجيومورفولوجيا على عناصر وجوانب التنمية بمنطقة الدراسة سواء التنمية الزراعية أو إنشاء الطرق وحفر ترعة جنوب الوادي ومدى كفاية المياه التي سيتم تدبيرها لعملية تنمية المنطقة، والمجتمعات العمرانية الزراعية المتوقع ظهورها وإنشاؤها ومدى إستفادة هذه المجتمعات في عملية تأسيس مراكز العمران من المواد المتاحة في البيئة.

وأخيراً نختتم هذه الدراسة بالنتائج والملاحق وقائمة لأهم المصادر والمراجع.

رابعاً : مشكلات البحث ومنهجه :

هناك عدة مشكلات فى منطقة الدراسة والتى يمكن أن نصيغها فى عدة تساؤلات هى :

١- هل يمكن أن تنقسم المنطقة إلى وحدات أو أقسام ؟ وهل يختلف كل قسم عن الأخر، وماهى خصائص المنطقة ؟

٢- ما هى العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فى المنطقة ؟ وما هى أهم الظاهرات التى تنتج عن هذه العمليات ؟ وما خصائص كل ظاهرة ؟

٣- هل تخضع بعض الظاهرات لعمليات تطور جيومورفولوجى ؟

٤- هل تساعد خصائص الظاهرات الجيومورفولوجية على تنمية المنطقة أو جزء منها ؟ وهل هناك أخطار جيومورفولوجية يمكن أن تحدث بالمنطقةأم أنها قليلة التأثير وضعيفة التأثير فى عملية التنمية وأن الظروف الطبيعية خاصةالجيومورفولوجية تساعد على التنمية ؟ وماهى أهم المناطق المتاحة للتنمية ؟وما أهم الجوانب التى يمكن أن تشملها عملية التنمية ومدى الأستفادة من الظاهرات فى عملية التنمية بالمنطقة ؟

المنهج :

للإجابة على التساؤلات السابقة ومحاولة تفسير الخصائص والنشأة والعمليات والمراحل الجيومورفولوجية إتبع الباحث المنهج الإقليمى وهو أنسب المناهج لدراسة ظاهرات عديدة فى منطقة محددة. ويهدف هذا المنهج إلى تمييز الظاهرات الموجودة بالمنطقة، وتوزيعها مكانياً على أجزاء المنطقة، ثم دراسة خصائص كل شكل، ونشأته، والعوامل المؤثرة أو التى ساعدت على نشأته، والتطرق إلى مراحل التطور إذا كانت للظاهرة مراحل جيومورفولوجية تطورية تخضع لها أو يمكن تمييزها. وقد تم معالجة كل ظاهرة من حيث الشكل Form وخصائصه، ثم العملية Process وذلك من خلال مجموعة العوامل المتحكمة أو المساعدة فى نشأتها، ثم تميز المراحل الجيومورفولوجية Stages لبعض الظاهرات التى يظهر بها التفاوت فى الخصائص والتى تفسر من خلالها تلك المراحل التطورية.

الأساليب المستخدمة :

فى محاولة لإتباع المنهج السابق أستخدم الباحث الأسلوب الوصفى وذلك لوصف الظاهرة وعلاقتها بالمحيط المجاور، ومحاولة تفسير العوامل التى ساعدت على نشأتها، كما أتبع الباحث أيضاً الأسلوب المقارن فى معالجة ودراسة حوض وادى توشكى.

وقد أستخدم الباحث إلى جانب ذلك أيضاً الأسلوب الكمى لدراسة المساحات والأبعاد الخاصة بكل ظاهرة وإنحداراتها، وأستخدم الأسلوب التحليلى سواء فى تحليل العلاقات المورفومترية فيما بينها وبعضها البعض أو تحليل عينات الرواسب معملياً من حيث الحجم والخصائص الكيميائية، كما أستخدم أساليب حديثة وهى التحليل بالأشعة السينية X-rays لتفسير بعض العمليات الجيومورفولوجية.

الفصل الأول

الملامح الجيومورفولوجية العامة
لمنطقة توشكى

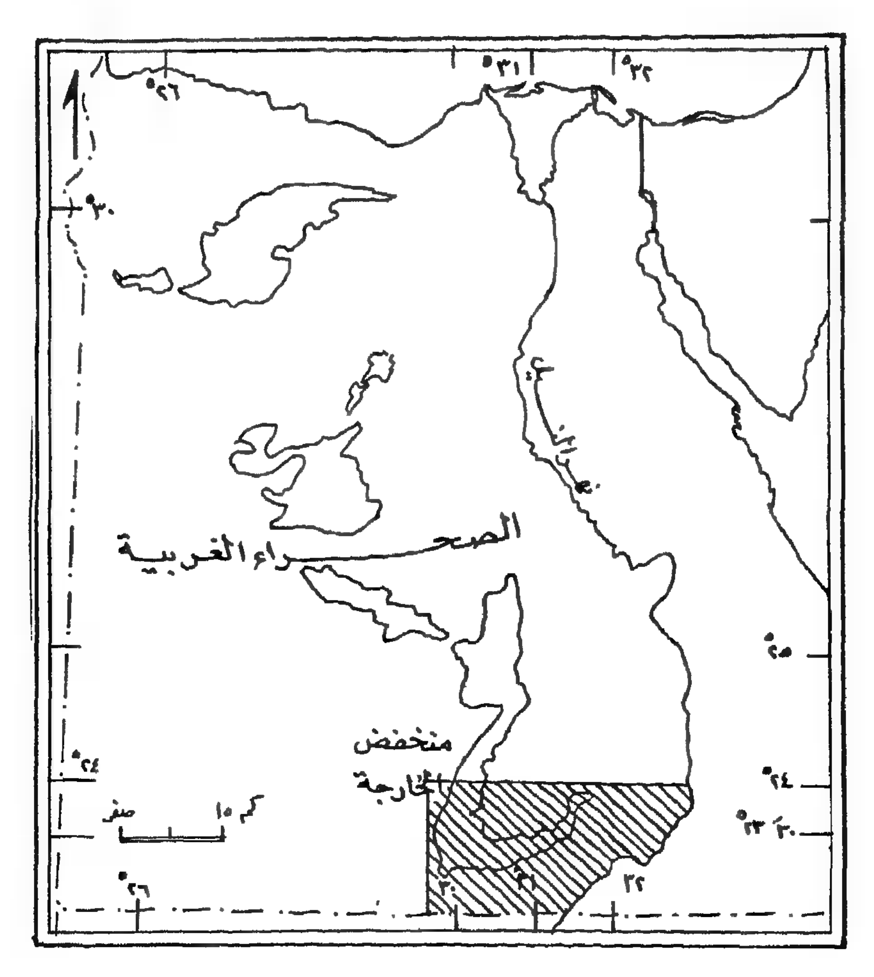
الملامح الجيومورفولوجية العامة
لمنطقة توشكى

تقع منطقة توشكى فى الركن الجنوبى الغربى للصحراء الغربية فى مصر، وتمتد فيما بين بحيرة ناصر شرقاً وخط كنتور ٢٠٠ متر تقريباً فى الركن الغربى لها والذى يمثل إمتداد لنفس المنسوب جنوب غرب منخفض الخارجة، ولذلك يبلغ الأمتداد من الغرب إلى الشرق ٢٧٣ كيلومتراً، ولما كان الإمتداد الفلكى لمنطقة توشكى فيما بين خطى عرض ٢٢° - ٢٤° شمالاً فأن هذا الإمتداد فى هيئة مستقيمة من الجنوب إلى الشمال حتى خط عرض إسوان قد بلغ ٢٢٢ كيلومتراً كما فى شكل (٤). وتتميز هذه المنطقة بخصائص بنائية، ويسمات فى العمليات الجيومورفولوجية السائدة بها، وبظاهرات وأشكال جيومورفولوجية والتى يمكن عرض كل منها على الوجه الآتى :

أولاً : بنية المنطقة :

تتميز المنطقة بوجود العديد من الصور البنائية ممثلة فى الصدوع والطيات والفوالق والكسور والقواطع الناتجة عن الطفوح البازلتية. وتظهر الصدوع وقد قطعت المنطقة بدرجة كبيرة، وتأخذ هذه الصدوع إتجاهات رئيسية عديدة، والإتجاه الأول هو من الشرق إلى الغرب حيث يوجد فى هذا المحور سلسلة من الحافات والأحواض التى تأخذ هيئة الأخاديد Grabens، ويمثل هذا الإتجاه إتجاهاً تكتونياً رئيسياً، ويرجع ذلك إلى حدوث حركة تجديد لتكوينات عصر ما قبل الكمبرى فى منطقة توشكى (Riad et al., 1987, P. 123) ، وعامة فأن هذا الإتجاه لمحاور الصدوع من الشرق إلى الغرب تعرف بأنها من نوع بحر تثس.

ويأخذ الإتجاه الثانى لمحاور الصدوع بمنطقة الدراسة إمتداداً من شمال الشمال الشرقى إلى جنوب الجنوب الغربى بحيث تمتد فيما بين ٥° - ٢٥° شرقاً والتى يشير البعض إلى أنها من نوع النظام الأريترى للصدوع والتى نتجت أساساً بفعل الحركة



شكل (٤) : موقع وإمتداد منطقة توشكى.

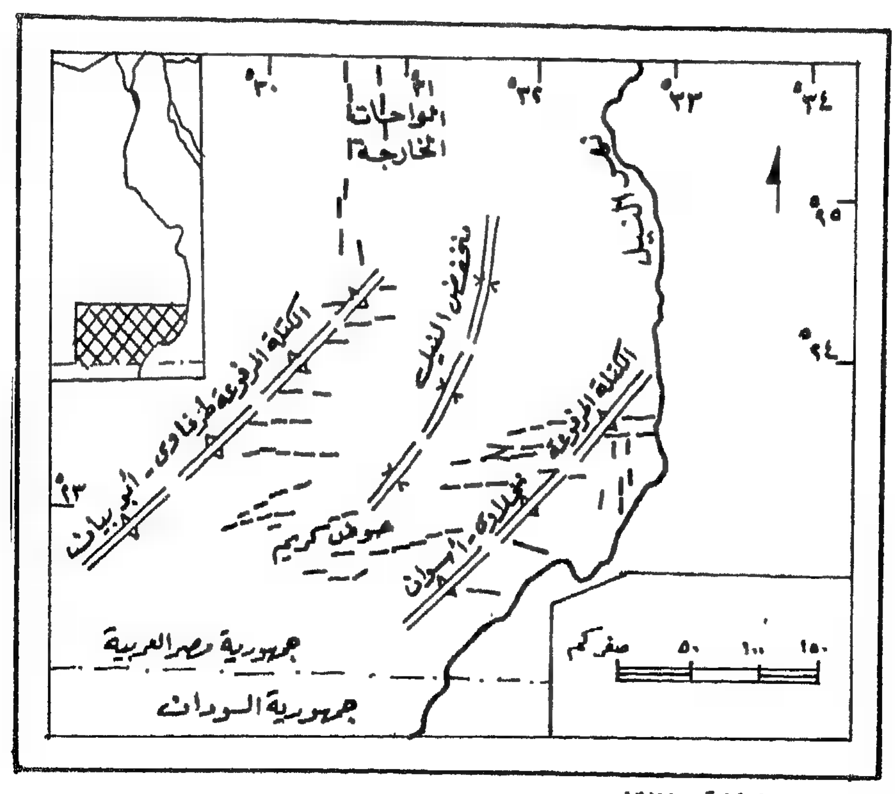
الألبية التى تمت فى الزمن الثالث والتى صاحبها تكون البحر الأحمر وحدوث الإخدود الإفريقى (Elshazly et al., 1977, P. 38) وإن كانت الصدوع الممتدة بمحور شمال ١٥° شرق ترجع إلى نظام صدوع خليج العقبة (Riad et al., 1987, P. 139) ويشير الشاذلى وآخرون إلى أن الأشكال البنائية الخطية التى تأخذ محوراً شمالياً شرقيا قد تطورت على ظواهر صخور القاعدة الأساسية فى المنطقة خاصة فى شمالها الشرقى وتتضمن الأشكال البنائية الصدوع والتى تظهر بشكل واضح فى

جبل أم شاغر (El-Shazly et al., 1977, P. 38) بينما ترجع الصدوع الممتدة بمحور شمال ٥٥° شرق إلى نظام الأقواس السورية.

أما الإتجاه الثالث الرئيسي للصدوع فيكون بمحور شمالى ـ جنوبى (Geofizika, 1966, P. 37) ويظهر هذا الاتجاه من اتجاهات الصدوع بوضوح فى الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب، خاصة حول واحة دنقل فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى وجوده جنوب غرب حافة كسيبة (El-Shazly et al., 1977, P. 37) فى أقصى الركن الجنوبى الغربى لمنطقة الدراسة.

وتمثل الطيات Folds النوع الثانى من أنواع البنيـة الجيولوجية المميزة لمنطقة الدراسة، وهذه الطيات نوعان، النوع الأول منها قد نتج عن تأثير الصخور الأركية ومحاور اتجاهها، ويكون محور هذه الطيات شماليا ـ جنوبياً بشكل عام، أما النوع الثانى للطيات فنجده قد إنطبع على الصخور الرسوبية ويكون محور هذه الطيات إما شماليا شرقياً ـ جنوبياً غربياً والتى تفسر من خلالها البنية القبابية والحوضية التى توجد جنوب وجنوب غرب منطقة توشكى، أو يكون محور الطيات شرقياً ـ غربياً، وهذه الطيات الأخيرة تكون أحدث من الطيات السابقة ذات الاتجاه الشمالى ـ الجنوبى، وهى توجد على طول محور حافة سن الكداب (Ibid., P. 43) ولذلك تتوزع هذه الطيات فى منطقة الدراسة فى جنوب شرق جبل السحاب الواقع فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة حيث أن نظام الطيات هناك بمحور شرقى ـ غربى (El-Shazly et al., 1977, P. 46) كما توجد أيضاً فى الركن الشمالى والشمالى الغربى للمنطقة، وتظهر أيضاً فى جنوب الواحات الخارجة (عزت، ١٩٧٤، ص ٩).

ويوجد محوران أساسيان للبنية الإقليمية تأثرت بهما المنطقة، ويعرف المحور الأول بأنه تركيب نخلاى ـ إسوان والذى نتج عن حدوث حركة رفع إقليمية لهذه المنطقة الواقعة شرق منطقة توشكى كما فى شكل (٥) ويمتد مظهر الارتفاع بمحور شمالى شرقى ـ جنوبى غربى باتجاه شمال ٤٤° شرق بشكل يوازى نهر النيل فى هذه المنطقة.



المصدر: عن عزت ١٩٧٤.

شكل (٥) : البنية الإقليمية لمنطقة توشكى.

أما المحور الثانى لحركة الرفع التى أصابت المنطقة فهو يمتد موازياً تقريباً لمحور الإرتفاع السابق ذكره، ويقع إلى القرب منه ويعرف باسم مرتفع طرفاوى ـ أبوبيان، وفيما بين هذين المرتفعين المحدبين يوجد تقعراً كبيراً أطلق عليه إسم المنخفض النيلى Nile depression ويشغل حوض كريم الجزء الأوسط والجنوبى له كما فى شكل (٥) الذى يعتبر جزءاً حوضياً منخفضاً ويقع داخل منخفض توشكى.

وتعتبر الفواصل Joints المظهر الثالث من مظاهر البنية فى منطقة الدراسة، وغالبا ما تكون هذه الفواصل رأسية وشبه رأسية، ويمكن تتبع بعضها لمسافة طويلة تصل إلى عدة كيلومترات (Geofizıka, 1966, P. 44) أما الكسور Fracture فهى عديدة بالمنطقة. وتصل جملة عدد المظاهر البنائية الخطية بمنطقة توشكى ١٥٤٠ كما

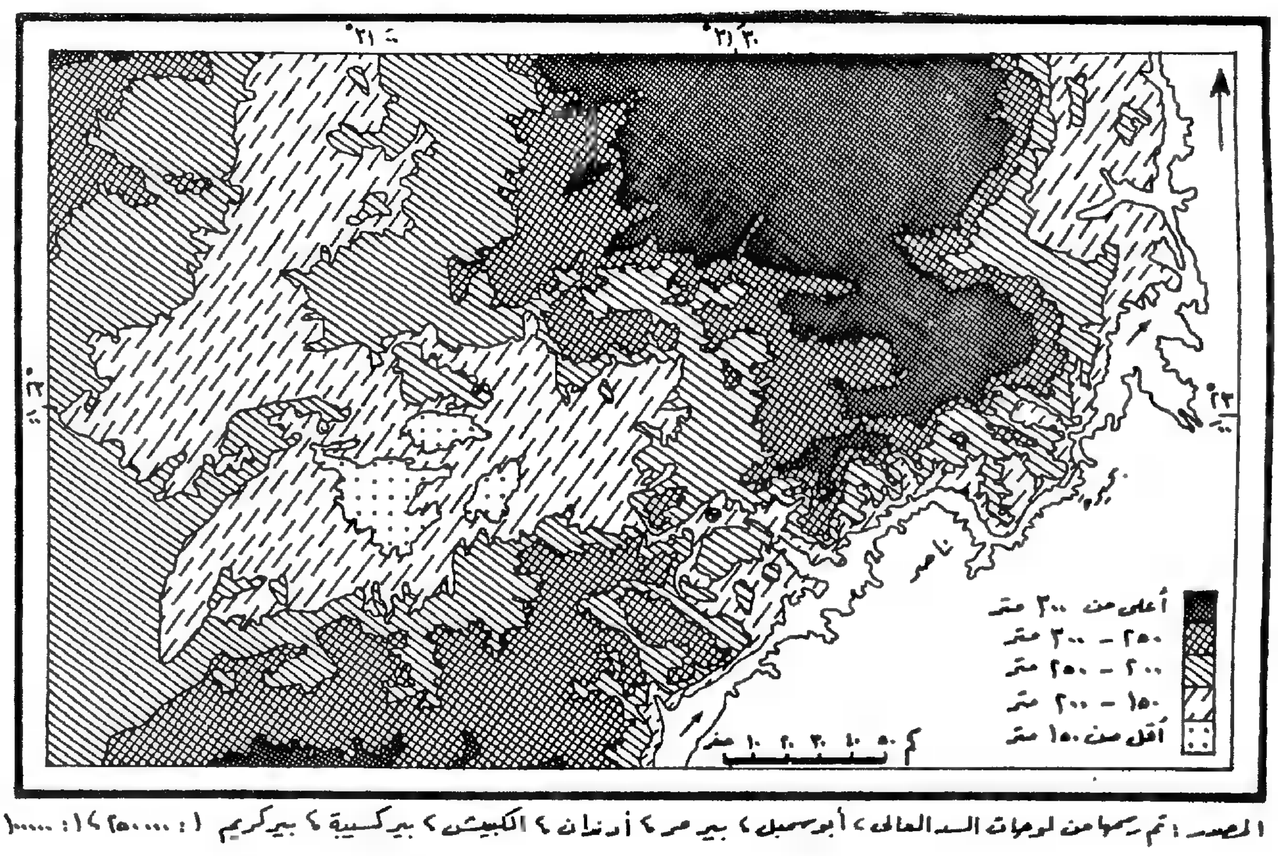
أظهرتها صور الأقمار الصناعية (El-Shazly et al., 1977) هذا بالإضافة إلى وجود القواطع Dykes بمحور شمالي شرقي ـ جنوبي غربي، وذلك في الجزء الشرقي لمنطقة توشكى والتى غالباً ما يكون محور اتجاهها شمال ٦٠° شرق.

ويلاحظ أن هذه الأشكال البنائية من صدوع وطيات وغيرهما قد أسهمت جميعها فى تشكيل العمليات الجيومورفولوجية لمعالم سطح الأرض بمنطقة الدراسة، بحيث سهلت لعوامل النحت المختلفة سواء العامل الهوائى او العامل الفيضى نحت سطح الأرض وتشكيل ظاهرات مختلفة سوف تأتى دراستها فيما بعد.

ثانياً: تضاريس المنطقة:

تتميز تضاريس منطقة توشكى بالتباين الواضح حيث تضم تضاريساً منخفضة وأخرى هضبية وجبلية، وحسب التقسيم الذى ذكره كوجلر وآخرون (Kugler et al., 1978, P. 251) للأرتفاعات فأن المناطق التضاريسية يمكن أن تنقسم إلى ثلاث مجموعات تضاريسية رئيسية بمنطقة الدراسة. وتتميز المجموعة الأولى بسيادة التضاريس المنخفضة Low land وهى التى يقل إرتفاعها عن ١٥٠ متراً. وهذا المنسوب من تضاريس المنطقة لايمثل سوى ١٠٢٠ كم٢ من مساحة منطقة توشكى ولذا فأن التضاريس المنخفضة لاتزيد عن ٢,١٪ من جملة مساحة المنطقة البالغ مساحتها ٤٨٩٠٣كم٢ كما سبق الذكر، وتتركز هذه المناطق المنخفضة فى وسط المنطقة على وجه الخصوص كما فى شكل (٦).

ويلى هذا المنسوب بالارتفاع إلى أعلى – حسب التقسيم السابق – المجموعة التضاريسية الثانية وهى التضاريس المعتدلة Moderate relief والتى يتراوح منسوب السطح بها ما بين ١٥٠ و ٣٠٠ متر، وتبلغ جملة مساحة هذا المستوى من مستويات التضاريس ٧٧,٦٣٪ من جملة مساحة منطقة توشكى كما فى جدول (١) منها مستوى تضاريس يقع منسوبه بين ١٥٠ ـ ٢٠٠ متر يدخل فى فئة التضاريس المتوسطة الأقل تقطعاً Less dissected وتبلغ مساحتها ١٣٤٩٢ كم٢ وتمثل نسبة قدرها ٢٧,٥٨٪ من جملة مساحة منطقة توشكى بينما تبلغ مساحة التضاريس المتوسطة الأكثر تقطعاً More dissected حوالى ٢٤٤٧٥ كم٢ وتمثل ٥٠٪ من جملة مساحة منطقة توشكى تقريباً وهذا له علاقة بالحافات والجزر الجبلية والتى يتراوح منسوب تضاريسها بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ متر.



المصدر : تم رسمها من لوحات السد العالي ، أبو سمبل ، بير مر ، أدندان ، الكبيش ، بير كسيبة ، بير كريم (١ : ٢٥٠٠٠٠) ، ١ : ١٠٠٠٠٠

شكل (٦) : تضاريس منطقة توشكى.

أما المجموعة التضاريسية الثالثة فهى التضاريس الجبلية الأقل تقطعاً والتى يزيد منسوبها عن ٣٠٠ متر، وتبلغ مساحة هذه المجموعة ٩٩١٦ كم٢ وتمثل نسبة قدرها ٢٠,٢٧٪ من جملة مساحة منطقة توشكى وتتركز أساساً بمساحة صغيرة فى أقصى الجنوب وبمساحة أكبر فى شمال وشمال شرق المنطقة حيث تقف هضبة سن الكداب والتى تمثل الهضبة الواقعة بين وادى النيل ومنخفض الخارجة كما فى شكل (٦).

جدول (١) : ارتفاعات ومساحات التضاريس فى منطقة توشكى.

الارتفاع فوق سطح البحر	أقل من ١٥٠ متر	١٥٠ - ٢٠٠ متر	٢٠٠ - ٢٥٠ متر	٢٥٠ - ٣٠٠ متر	أكثر من ٣٠٠ متر	المجموع
المساحة كم٢	١٠٢٠	١٣٤٩٢	١٥٥٠٦	٨٩٦٩	٩٩١٦	٤٨٩٠٣
٪ من جملة المساحة	٢,١	٢٧,٥٨	٣١,٧١	١٨,٣٤	٢٠,٢٧	١٠٠٪
نوعية التضاريس	تضاريس منخفضة	أقل تقطعاً	أكثر تقطعاً		تضاريس جبلية	—
		تضاريس متوسطة الارتفاع				—

* فئات الارتفاع عن Kugler et al., 1978 والقياس من حساب الباحث.

ثالثاً : العمليات الجيومورفولوجية بالمنطقة :

تتأثر منطقة الدراسة بعمليات جيومورفولوجية عديدة تحدث بها، وتشمل كل من عملية التجوية، وعملية النحت، وعمليات النقل والإرساب، ويمكن التعرف على خصائص كل عملية منها ونشاطها ودرجة تأثيرها على سطح المنطقة.

(١) التجوية :

تحدث عملية التجوية بمنطقة الدراسة بشقيها الميكانيكى والكيميائى بأرجاء المنطقة ويمكن ملاحظة أثارها على أشكال السطح. فالتجوية الميكانيكية الناتجة عن التمدد والانكماش تتأثر بالتغير الشديد فى معدلات الحرارة اليومية والشهرية والفصلية والذى يعمل على تفكك الرواسب من الصخور الأصلية حيث يؤدى تعاقب عمليات التبريد والتسخين إلى تجوية موضعية وتفككها.

فدرجة الحرارة في يناير في إسوان تبلغ ٢٣,٥° مئوية كأعلى درجة حرارة نهاراً وتنخفض إلى ثلث هذه القيمة أيضاً أثناء الليل، كما أن درجة الحرارة في شهر يولية والذى يمثل فصل الصيف تبلغ أدنى درجة لها ٢٤,٨° مئوية في حين ترتفع أعلى درجة في نفس الشهر إلى ٤١,١° مئوية وذلك خلال الفترة (٦٠ ـ ١٩٧٥) ولذا فأن أدنى درجة حرارة صيفاً تبلغ ثلثى أعلى درجة حرارة في نفس الفصل كما في جدول (٢) وهذا يساعد على حدوث التمدد والأنكماش وتفكك الصخور.

ولايقتصر التأثير الحرارى على عملية التمدد والأنكماش على السطح فقط بل يمتد تأثيره تحت السطح. فقد سجلت درجة الحرارة تحت السطح وعلى عمق ٥ سم في محطة الخارجة ووجد أن أعلى درجة حرارة في هذا العمق خلال شهر يناير ٣٠,٨° مئوية وأن أدنى درجة حرارة خلال نفس الشهر تبلغ ٥,٢° مئوية، ولذا فأنها تقل إلى ٦/١ القيمة مما يزيد من عملية التمدد والانكماش حتى في فصل الشتاء، كما تبلغ أدنى درجة حرارة تحت السطح خلال شهر يولية ٠,٤٨°م مقارنة بأعلى قيمة خلال نفس الشهر ويساعد ذلك أيضاً على نشاط عملية التمدد والانكماش وحدوث التجوية الميكانيكية، ويشير بلوم (Bloom, 1979, P. 109) إلى أنه يتم تسخين الصخور بفعل الشمس في البيئة الصحراوية أو الجبلية التي تكون صخورها ذو لون قاتم لدرجة تصل إلى ٥٠° مئوية كل يوم ويبرد ليلاً فيحدث التمدد والانكماش الحرارى.

وإذا كان البعض يرى بأن التأثير الوحيد الذى يحتمل حدوثه نتيجة للتمدد الحرارى هو حدوث تشققات بالصخور (يوسف، ١٩٨٧، ص ٧٦) فأن هذه الشقوق تصبح مواضع ضعف تسهل للرياح وللمياه عملهما في النحت، وقد تحدث عمليات تقشر للأجزاء العليا للصخور خاصة الصخور الجرانيتية والتي تنتشر بكثرة في شرق منطقة الدراسة.

أما تجوية الصقيع Frost Weathering وإن كانت شائعة الحدوث في الصحارى إلا أن أثرها لم يسجل في منطقة الدراسة، وذلك نظراً لقلة حدوث الصقيع بالمنطقة، حيث يقل عدد مرات حدوثه في السنة الواحدة، حيث بلغ عدد مرات انخفاض درجة الحرارة عن الدرجة الواحدة في الفترة (١٩٢٨ ـ ١٩٧٥) في محطة الخارجة خمس مرات فقط حيث انخفضت درجة الحرارة إلى ٠,٦° و ـ ١,٣° و ـ ١,٢° مئوية في الأعوام ١٩٥٦، ١٩٢٨، ١٩٤١ على التوالى، كما انخفضت أيضاً الحرارة إلى الصفر المئوى في عامى ١٩٧٣، ١٩٧٥.

جدول (٢) : خصائص درجات الحرارة على السطح وتحت التربة في منطقة الدراسة

المحطة	الخارجة		إسوان		الخارجة
الشهر	الحرارة على عمق ٥ سم		الحرارة على السطح		معدل التبخر بالملليمتر
	١٩٦٤ - ١٩٧٥		١٩٦٠ - ١٩٧٥		١٩٣١- ١٩٧٥
	الأعلى	الأدنى	الأعلى	الأدنى	
يناير	٣٠,٨	٥,٢	٢٣,٥	٨,١	٧,٨
فبراير	٣٨,١	٥,٦	٢٦,٢	٩,٦	٩,٨
مارس	٤٥,٣	٩,٩	٣٠,٥	١٣	١٣,٥
إبريل	٥٠,٥	١٢	٣٥,٣	١٧,٩	١٨,٣
مايو	٥١,٧	١٨	٣٨,٧	٢١,٤	٢٢,٤
يونية	٥٤,٧	٢٣	٤١,٨	٢٤,٣	٢٤,٧
يولية	٥٢,٧	٢٥,٣	٤١,١	٢٤,٨	٢٢,٨
أغسطس	٥٢	٢٥	٤١	٢٤,٨	٢١,٥
سبتمبر	٥٠,٤	٢٢	٣٩,٥	٢٢,٦	٢٠
أكتوبر	٤٨,٣	١٦,٧	٣٦,٤	١٩,٦	١٦,١
نوفمبر	٤٠,٣	٩,٣	٢٩,٨	١٤,٦	١١,١
ديسمبر	٣٤	٥,٥	٢٥	٩,٦	٧,٩

المصدر : Meteorological Authority, 1975 .

ويظهر أثر التجوية الميكانيكية خاصة على طفوح البازلت التى تأخذ هيئة فرشات تغطى أسطح المنطقة حول بئر كريم وبئر الشب جنوب غرب منطقة الدراسة كما تظهر فى شرق منطقة توشكى وتبدو وقد تقطعت إلى أجزاء بفعل التجوية . كما أن سطح هضبة سن الكداب وأسطح الجزر الجبلية قد تقطعت إلى أجزاء صخرية متفاوتة الأحجام بفعل التجوية الميكانيكية، كما تحدث العملية للصخور الجرانيتية التى يتفكك سطحها بسبب التمدد والانكماش فى مناطق الأشعة المركزة (Geofizika , 1966, P. 30).

ونتيجة ارتفاع الحرارة خاصة فى فصل الصيف يشتد التبخر ويزداد معدله فى فصل الصيف ليصل إلى ٢٤,٧ ملليمتر مقارنة بفصل الشتاء الذى يقل به المعدل إلى ٧,٨ ملليمتر وينتج عن ذلك تبخر كميات المياه فى المواضع الرطبة نسبياً حول مواضع الآبار السطحية فتظهر القشور الملحية كما هو الحال حول بئر الشب وبئر مر وغيرهما كثير ويصل سمك هذه القشور ٢٠ سم (El-Shazly et al., 1977, P. 58).

اما التجوية الكيميائية فهى تحدث فى وجود وسط مائى، وحيث أن المنطقة تتميز بقلة الرطوبة فأن عملية التجوية الكيميائية بها تكون ضعيفة، حيث أن كمية التساقط فى اسوان ٠,٧ ملليمتر، وأن الرطوبة النسبية أيضاً لاتزيد عن ٣٧ ٪ كأكبر قيمة فى السنة وذلك فى شهر ديسمبر، ولايزيد التساقط فى الخارجة عن ٠,٤ ملليمتر وهذا يعكس قلة معدل التحلل الذى يحدث للصخور وبالتالى سيادة نشاط التجوية الميكانيكية نسبياً عن التجوية الكيميائية فى الفترات الحديثة بمنطقة الدراسة.

وبالرغم من ضعف عمليات التجوية الكيميائية بمنطقة الدراسة فى الآونة الحديثة فإنة قد أشار الدمرداش (El-Demerdash, 1978, P. 390) إلى حدوث تجوية كيميائية فى منطقة توشكى خاصة الجزء الشرقى لها والتى أدت فى النهاية إلى تكون أشباه السهول. ومن المؤكد أن أثرها فى عصر البليستوسين كان أكثر وضوحاً والذى ترك أثراً واضحاً على السطح. فقد أدى المطر البليستوسينى إلى تكوين رواسب التوفا Tufa الجيرية والتى يصل سمكها إلى حوالى ١٥ متراً فوق قاع وادى توشكى ووادى كركر الموجود فوق هضبة سن الكداب، كما توجد نفس التكوينات عبر المسيلات والتى تخلفت فى شكل حوائط خاصة فى الجزء الأدنى لوادى كركر فى منطقة مساكن البوم (Ibid., P. 391) كما يشير غلاب والجوهرى(١٩٦٨ ،ص ص ١٢٨– ١٣١) إلى أن أمطار عصر البليستوسين قد أسهمت فى تكوين التوفا الجيرية فى شرق منخفض الخارجة فى الدور المطير الأول وفى بدأ سقوط المطر فى الفترة الثانية وفى فترة قلة المطر بين قمتى الدور الثانى وفى فترة أواخر الدور المطير الثانى، ويمكن القول بان نفس الأحوال تنسحب على الحافة الجيرية الشرقية والجنوبية لهضبة سن الكداب والتى لها نفس الامتداد حتى شرق منخفض الخارجة.

(٢) النحت :

تتضمن عملية النحت كل من النحت الهوائى والنحت المائى، وتظهر عملية النحت بفعل الرياح فى منطقة الدراسة بشكل اكثر وضوحاً الآن عن عملية النحت المائى، وذلك بسبب الجفاف الشديد الذى تشهده المنطقة بالإضافة إلى ندرة الغطاء النباتى، ولذلك تستطيع الرياح نحت الصخور والحوائط الصخرية، والطبقات اللينة والرواسب المفككة.

ومن خلال نتائج التحليل الميكانيكى للرواسب السطحية للأنواع المختلفة لتربة منطقة الدراسة أمكن حساب معامل الطمى إلى الطين وهو معامل يعطى حجم ومدى عملية التذرية Deflation التى تمثل صورة أو طريقة من طرق نحت الرياح للسطح حيث يؤدى هبوب الرياح فى ممرات متتابعة إلى إزالة معظم مواد الطين (Cooke, 1970, P. 569) . وبتطبيق هذه الطريقة فى منطقة الدراسة وجد أن عملية النحت والتذرية بفعل الرياح لسطح المنطقة تزيد نسبياً حيث يصل المعامل ما بين ١,٢٥ ـ و١,٥ فى ٥٠ ٪ من عينات منطقة الدراسة، كما يظهر أيضاً أن عملية النحت تتباين من مكان لآخر حيث انه قد ينخفض المعامل إلى قيمة تتراوح ما بين ٠,٢٨ـ و ٠,٩ فى بعض المناطق وفى منطقة توشكى كما فى جدول (٣).

أما عملية النحت المائى فقد سادت خلال العصر المطير فى الزمن الرابع بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر وفى الفترات الرطبة خلال عصر الهولوسين، وقد نتج عنها تشكيل خطوط التصريف والمسيلات المائية العميقة Gullies فى منطقة توشكى (El-Shazly et al., 1977, P. 18) وقد ساعد المناخ القديم من حيث تعاقب الرطوبة والجفاف على تطور نظم التصريف إلى أودية متفاوتة الأبعاد (Ibid., P. 17) وذلك فان عمليات النحت الفيضى الآن تحدث فى نفس خطوط الأودية التى نحتت وعمقت فى الفترات المطيرة السابقة.

(٣) عمليات النقل والأرساب :

تسهم كل من الرياح والمياه الجارية فى الأودية الجافة فى بعض الفترات فى عمليات النقل والإرساب أيضاً بمنطقة الدراسة. وتسود عمليات النقل بفعل الرياح

على سطح المنطقة، ويساعد على حدوثها الجفاف الشديد الذى تتميز به المنطقة، وحركة الرياح السائدة من الشمال إلى الجنوب بشكل عام واللذين يساعدان على نقل الرمال تجاه الجنوب والجنوب الشرقى والجنوب الغربى.

جدول (٣) : التقدير الكمى للنحت بالرياح فى منطقة توشكى.

م	رقم القطاع الأرضى	عمق الطبقة السطحية سم	الطمى ٪	الطين ٪	معامل الطمى إلى الطين	حالة النحت
١	١٢١	٣٠	١٣	٤٥	٠,٢٨	خفيف نسبياً
٢	١٨٥	١٥	١٠	٧	١,٤٢	شديد نسبياً
٣	٨١	٥ ـ ٢٥	٨	٧	١,١٤	شديد نسبياً
٤	٨٤	١٥	١٢	٨	١,٥٠	شديد نسبياً
٥	٩٦	١٢	١٠	٨	١,٢٥	شديد نسبياً
٦	٥٨	١٠	٢	٥	٠,٤٠	خفيف نسبياً
٧	١٢٢	٢٠	١١	١٤	٠,٧٨	خفيف نسبياً
٨	٧	٥	٨	٢٠	٠,٩٠	خفيف نسبياً

* المصدر: نسبة الطمى والطين ٪ عن معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئية ١٩٩٧، والباقى من حساب ووصف الباحث.

ومن خلال الدراسة التى قام بها باجنولد Bagnold على حركة الكثبان الرملية فى منخفض الخارجة والتى ذكرها ولمان وملر (Wolman & Miller, 1982, P. 23) وجد أن حجم الرمال المنقولة فوق الكثبان فقط يبلغ ٨,٧ × (١٠)^{٤} طن / السنة، بينما يزيد حجم الرمال المنقولة على السطح وفوق الكثبان الرملية معاً إلى ٣٢ × (١٠)^{٤} طن / السنة. وحيث أن الكثبان الرملية فى منطقة توشكى تمثل امتداداً طبيعياً لنفس محاور كثبان الخارجة ونفس الاتجاه العام للرياح فإنه يمكن استخدام نفس المعدل لحساب حجم الرمال المنقولة والذى يظهره جدول (٤). وقد وجد أن حجم الرمال المنقولة على سطح الكثبان الرملية فى منخفض توشكى والذى تبلغ مساحته ٢٦,٨٧٪ من جملة مساحة المنطقة يبلغ ١,٦ × (١٠)^{٤} طن / السنة، وأن جملة الرمال المنقولة على سطح المنخفض كله متضمنة الكثبان الرملية تبلغ ٥,٨٨ × (١٠)^{٤} ، لذا فأن جملة

الرمال المنقولة فى منطقة توشكى كلها والتى تبلغ مساحتها ٤٨٩٠٣ كيلو متر مكعب قد تصل إلى ٢١,٨٨ × (١٠)[٤] طن / السنة كما فى جدول (٤).

أما من خلال عملية تقدير معدل نقل وإرساب الرمال فى الجزء الشرقى فقط لمنطقة توشكى والمتاخم لبحيرة ناصر فقد وجد أن معدل نقل وإرساب الرمال من المنطقة إلى بحيرة ناصر يبلغ حوالى ١,٥ مليون م٣ / السنة من الرمال (دهب، ١٩٧٧، ص ٧٩) ، وحيث أن طول الشاطئ الغربى للبحيرة يبلغ حوالى ٤٩٥ كيلومتراً فأن كمية الرمال المنقولة نحو شرق وجنوب شرق منطقة توشكى تقدر بحوالى ٣٠٣٠ متراً مكعباً عبر الكيلومتر الواحد فى هذا الاتجاه، وبمعنى آخر أن معدل النقل فى هذا الجزء من منطقة الدراسة يبلغ ٣,٠٣ م٣ / السنة عبر المتر الواحد فى هذا الاتجاه، أو ما يعادل ٠,٢٥ من المتر المكعب / فى الشهر / للمتر الواحد من الجانب الشرقى لمنطقة توشكى تجاه بحيرة ناصر.

أما من حيث العملية الثانية من عمليات النقل وهى النقل بفعل المياه السطحية الجارية عبر الآودية والآخوار بمنطقة الدراسة فإنه يصعب تقديرها ميدانيا فى كل أودية المنطقة، ولذا يمكن الاعتماد على طريقة لانجبين وشم (Langbein & Schumm 1982, P. 185) لتقدير عملية النقل بالآودية وهى:

الحمولة السنوية = $S = \alpha P^m \frac{1}{1+b_0P^n}$

حيث أن : αP^m = ثابت، وقيمته المطابقة لمنطقة الدراسة هنا = ٢,٣×١٠ (أكبر تساقط شهرى).

وان $\frac{1}{1+b_0P^n}$ = ثابت، وقيمته المطابقة لمنطقة الدراسة = ٠,٦٩

أى أن الحمولة السنوية لآى مجرى بالمنطقة = $\frac{\text{٢,٣ × ١٠ (أكبر تساقط شهرى)}}{\text{٠,٦٩}}$

ولما كانت قيمة أكبر تساقط شهرى فى أسوان خلال الفترة (٥٠ ـ ١٩٧٥) قد بلغ ٧,٢ ملليمتر فى ابريل عام ١٩٦٨، ولهذا فإن الحمولة السنوية أو مقدار النقل سوف يصل إلى ٢٤٠ طن / الميل المربع أو ما يعادل ٦٣٦ طن / كم٢.

جدول (٤) : معدلات نقل الرمال فى منخفض الخارجة وتطبيقها على منخفض توشكى.

الخطوات	الخاصية	منخفض الخارجة	منخفض توشكى	الطريقة
١	مساحة المنخفض كم٢	٥٥٠٠	١٣١٤٢	----
٢	مساحة الكثبان كم٢	١٨٧٩	٣٥٥	من الخطوة رقم٥ للخارجة و٢توشكى
٣	حجم الرمال المنقولة على الكثبان طن / السنة	٨,٧ × (١٠)٤	١,٦× (١٠)٤	
٤	حركة الرمال المنقولة على السطح طن / السنة	٣٢× (١٠)٤	٥,٨٨ × (١٠)٤	من الخطوة رقم ٦ للخارجة ورقم ٢ توشكى
٥	معدل النقل فوق الكيلو متر المربع الواحد من الكثبان طن / السنة	٤٦,٣		
٦	نسبة مساحة الكثبان إلى جملة السطح	٣٤٪	٢,٧٪	
٧	نسبة المنقول على السطح إلى المنقول فوق الكثبان	٣,٦٨		
حجم الرمال المنقولة بمنطقة توشكى طن/السنة			٢١,٨٨ × (١٠)٤	

* المصدر : مساحة الكثبان فى الخارجة عن برسيم، ص ٥٧، ومعدل نقل الرمال بالخارجة عن وولمان وملر نقلاً عن باجنولد ١٩٨٢، والباقى من حساب الباحث.

ويلاحظ أن الأودية الجافة بمنطقة الدراسة تتفاوت فى قدرتها على النقل حسب الضوابط البيئية المتعددة والتى من أهمها مساحة الحوض الذى يحكم الكمية المعرضة للنحت ومن ثم كمية الحمولة، ويلاحظ من جدول (٥) أن وادى الكوير من أكبر الأودية فى نقل الحمولة ويليه وادى توشكى الذى ينقل عبر مجراه ٠,٤٣ مليون طن / السنة وذلك قبل حفر قناة توشكى به، وبشكل عام فأن جملة المنقول عبر ٣٧ وادياً رئيسياً شرق منطقة توشكى تبلغ ١,٣٦١ مليون طن / السنة إلى بحيرة ناصر.

هذا ويلاحظ أن وادى توشكى كان يقوم بعمليات النقل من منطقة توشكى إلى نهر النيل وبحيرة ناصر شرقاً ولكن تغير الوضع بـه الآن فأصبح ينقل المياه من بحيرة ناصر نحو قاع منخفض توشكى وتغير نظام صرفه من الصرف النيلى قبل حفر قناة مفيض توشكى إلى التصريف الداخلى بعد البدء فى حفر قناة توشكى لنقل المياه الزائدة فى بحيرة ناصر الى المنخفض(١).

(١) الأودية المدروسة تقع بين خطى عرض ٣٠َ ٢٢ْ - و ٣٠َ ٢٣ْ شمالاً على جانبى بحيرة ناصر باستثناء وادى العلاقى شرقاً وكلابشة غرباً، وبعض الأودية الداخلية شرق منطقة توشكى وفى منخفض توشكى

جدول (٥) : تقدير الحمولة السنوية المنقولة عبر الأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.

الوادى	مساحة الحوض كم٢	الحمولة السنوية مليون طن / سنة	الوادى	مساحة الحوض كم٢	الحمولة السنوية مليون طن / سنة
توشكى	٦٨٣,١	٠,٤٣	العرب	٨٩,١	٠,٠٦
عنيبة	١٢٧,٩٢	٠,٠٨١	أم سيالة	٤٢١,٢	٠,٢٧
الكوبر	٧١٣,١٢	٠,٤٥	الدكة	٦٨,٥٢	٠,٠٤
نجع الجزيرة	٤٧,٩٥	٠,٠٣			
جملة النقل لعدد (٣٧ وادياً) ومساحة أحواضها ٣٣٨٣,٧٥ كم٢ = ١,٣٦١ مليون طن					

▪ من تطبيق المعادلة وحساب الباحث.

أما عمليات الإرساب وهى العملية الثانية المترتبة على عمليات النقل فتحدث بالمنطقة حينما يوجد عائق أمام حركة نقل الرواسب أو حينما تنتهى طاقة العامل الناقل للرواسب. ويوجد عمليتان للإرساب هما عملية الإرساب الفيضى وعملية الإرساب الهوائى بفعل الرياح.

ومن حيث عملية الارساب بفعل الرياح فيلاحظ أن الرمال قد تتراكم خلف حائط صخرى أو شجيرات صحراوية والتى تمثل عوائق تصطدم بها الرياح وتتوقف بالتالى سرعتها فترسب حمولتها من الرمال فى منصرف الرياح (أبو العز، ١٩٧٦، ص ٢٨٦) ويحدث هذا بوضوح فى منطقة توشكى التى كثيراً ما يرتبط وجود الكثبان بالرملية بالتلال المعزولة أو الحافات الصخرية خاصة فى القسم الأوسط لمنطقة توشكى.

أما من حيث عملية الإرساب الفيضى فنجدها تحدث بمنطقة توشكى إما عند مصبات الأودية لنظم الصرف النيلى تجاه بحيرة ناصر حينما تسمح الظروف بالجريان السطحى، أو حدوث الإرساب بفعل مياه نهر النيل الواصلة من الأراضى السودانية إلى بحيرة ناصر خاصة فى السنوات التى ينخفض فيها المخزون المائى فى البحيرة فتنكشف الرواسب الطميية التى حملها النهر إلى البحيرة والتى تنتشر عند مخارج الأودية الجافة شرق منطقة توشكى.

وهناك مواضع أخرى تحدث بها عملية الإرساب الفيضى ممثلة فى الرواسب عند نهايات الأودية الجافة التى تصرف تصريفاً داخلياً فى الاحواض وتحت أقدام السفوح مكونة بذلك مراوح فيضية متفاوتة المساحة خاصة أسفل الحافة الشرقية والجنوبية لسن الكداب، ونتيجة لتفاوت أحجام الرواسب المنقولة فإن بعضها يمكن أن ينقل الرواسب الأنعم والأقل حجماً ليكون بها البلايا والتى تنتاثر فى منطقة الدراسة فى مواضع مستوى القاعدة المحلى لهذه النظم ذات التصريف الداخلى، فى حين توجد عملية الإرساب فى قيعان الأودية الجافة أحجاماً أكبر للرواسب وذلك فى شرق منطقة الدراسة، حيث تتركب رواسب قيعان الأودية الجافة من الحصى الذى نقلته المياه، وتخلف عن النقل فتم إرسابه فى قاع المجرى، بالإضافة إلى الرمال التى نقلتها الرياح وأرسبتها فى قيعان الأودية (El-Demerdash , 1978, P. 390) .

رابعاً : الأشكال الجيومورفولوجية :

يوجد بمنطقة الدراسة العديد من الظاهرات المختلفة فى إصول نشأتها سواء الأشكال الناتجة عن النحت وتلك الناتجة عن الإرساب والتى أثرت العمليات الجيومورفولوجية السابق ذكرها فى نشأتها وساعدت البنية أيضاً فى هذه النشأة. ويمكن أن نتناول كل نوع من هذه الظاهرات بالدراسة.

(١) الأشكال البنائية :

(أ) الأشكال القبابية Domal Features :

تتوزع الأشكال القبابية توزيعاً مكانياً فى الجزء الأدنى لوادى كلابشة وفى الجزء الأوسط لمنطقة الدراسة، ويرتبط توزع هذا المظهر فى معظم الأماكن التى توجد بها الحافات الجبلية أو بالقرب منها. وقد نتج هذا الملمح الجيومورفولوجى عن عمليات الطى التى أصابت المنطقة خاصة بالقرب من الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 18) .

وتتميز الأشكال القبابية بسمات جيومورفولوجية من حيث أبعادها حيث يتراوح الطول ما بين ١ ـ ٥ كم ومتوسط الطول يبلغ ٢,٥ كم ولذا فأن القباب تتسم بالطول

النسبى، كما يتراوح العرض ما بيـن ٠,٤٥ و ١,٤٥ كـم، ومتوسـط العـرض ٠,٨٨ كم، لذا فإن إتساعها ضيق نسبياً كما فى جدول (٦). وتتميز هذه القباب بأنها متفاوتة المساحة والتى تتراوح مابين ١ ـ ٤ كم٢، ويبلغ متوسط المساحة ١,٦٨كم٢، ولهـذا فأن ظاهرة القباب هنا ليست كبيرة، ويميل شكلها العـام إلى الإستطالة أكثر من الإستدارة حيث يبلغ متوسط معامل العرض بالنسبة للطول ٠,٤ كما فى جدول (٦).

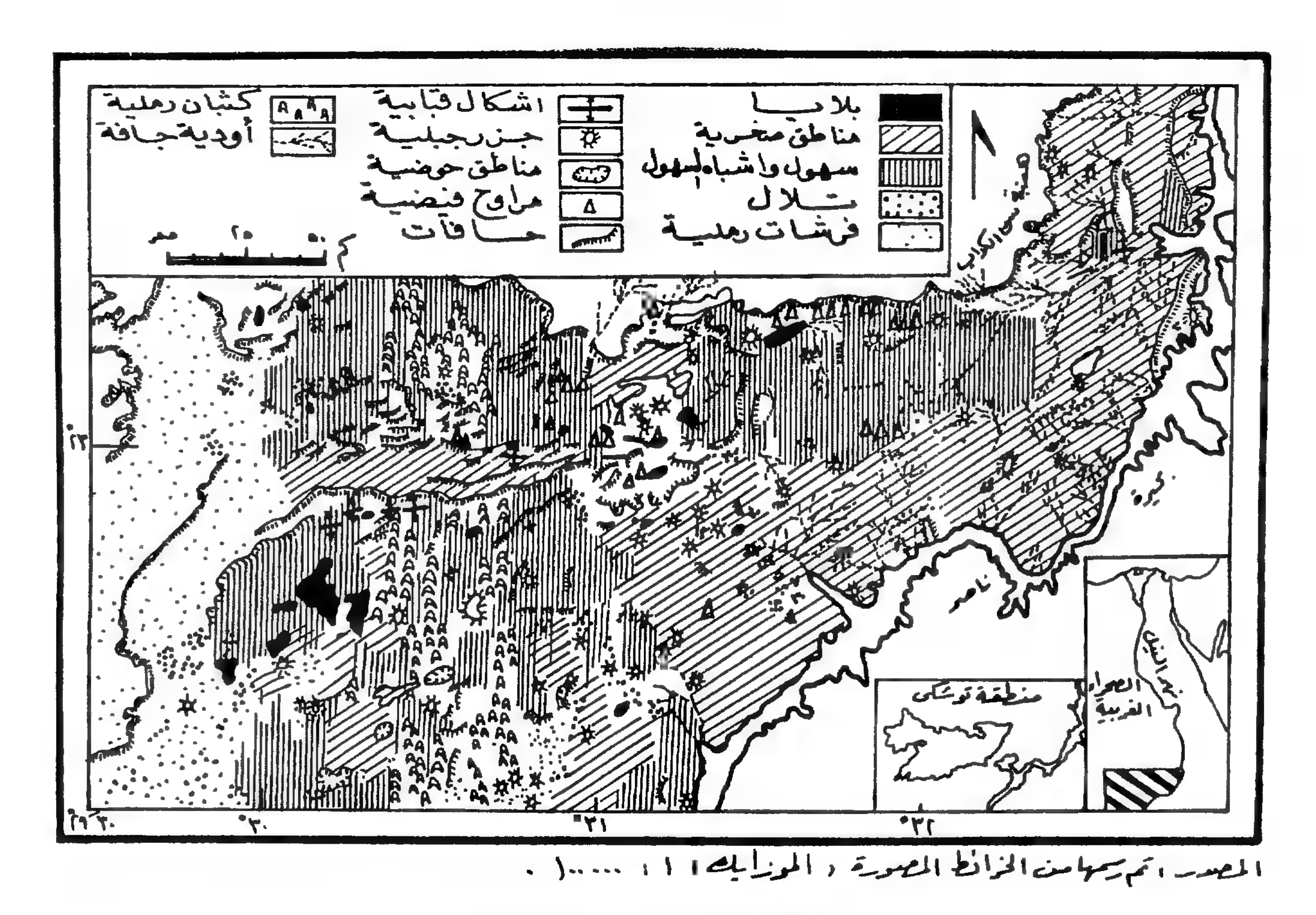
جدول (٦) : الخصائص المورفومترية للأشكال القبابية بمنطقة توشكى.

م	الطول كم	العرض كم	الارتفاع كم	المساحة كم٢	معامل العرض ÷ الطول
١	٢,٩	١,٤٥	٦٧	٣,٠٥	٠,٥
٢	٢,٧	٠,٨	٧٩	١,٧٥	٠,٢٩
٣	٤,٢٥	٠,٩	٣٩	٣,١٥	٠,٢١
٤	١,٥	٠,٤٥	٦٤	٠,٧٤	٠,٣
٥	١,١٥	٠,٨٢	٢٨	١,١	٠,٧١
٦	—	—	—	٠,٩٣	—
٧	—	—	—	١,٠٢	—

* المساحة والأبعاد من الموزايك رقم ٧٨، والأرتفاع من الخرائط ١ / ١٠٠٠٠٠

(ب) الحافات :

توجد حافات جبلية عديدة فى منطقة الدراسة سـواء فـى أقصـى الشـمال أو فـى أقصى الغرب ومن أشهرها وأكثرها وضوحاً حافة سن الكداب والتى تمتد باتجـاه شرقى غربى وتقطعها خطـوط التصريـف بشـكل مكثـف وتنحـدر هـذه الأوديـة إلـى الجنوب والجنوب الشرقى وتتبع فى ذلك الإنحدار الطبوغرافـى العـام (El-Shazly et al., 1977, P. 25) أما الحافات التـى توجـد فـى شـمال المنطقـة فتظهـر بشـكل حافـات متوازية وتمتد بمحور شرق الشمال الشرقى ـ غـرب الجنـوب الغربـى، وتميـل نحـو الجنوب بينما تنحدر نحو الشمال، ويصل ارتفاعها ما بين ٦٠ ـ ٧٩ متراً عن الوسط المحيط، وهى متفاوتة الطول، وتمتد الحافة الرئيسـية تجـاه الغـرب حتـى تندمـج مـع منخفض توشكى ـ درب الأربعين (Ibid., P. 29) كما فى شكل (٧).



المصدر : تم رسمها من الخرائط المصورة ، الموزايك ١ : ١٠٠٠٠٠ .

شكل (٧) : الملامح الجيومورفولوجية لمنطقة توشكى.

وفى منطقة بئر مر نجد حافات عديدة وتتميز بشدة التقطع كما أنها تأخذ محاور مختلفة، وتتميز الحافات عند بئر أبو الحصين بالطول النسبى ومحورها شمالى شرقى ـ جنوبى غربى، ويمتد بمحازاتها درب الأربعين، ويصل ارتفاعها حوالى ٧٠ متراً واتساعها حوالى ٢,٥ كيلومتراً، فى حين يصبح ارتفاع الحافة فى منطقة بئر كسيبة حوالى ٩٠ متراً وتنحدر نحو الغرب بينما الميل يكون نحو الشرق. ويتغير اتجاه الحافات فى منطقة بئر الشب ويصبح الاتجاه شمالى ـ جنوبى أو شرقى ـ غربى، ويصل انحدارها مابين ١٠° ـ ١٥° فى منطقة برقات الشب.

أما فى وسط منطقة الدراسة قرب جبل العصر فتوجد حافة الكوارتز والتى ترتفع إلى حوالى ١٤ متراً تقريباً، بينما فى الجزء الشرقى لمنطقة الدراسة والموازى لبحيرة ناصر توجد حافة أبوسمبل والتى تمتد من الشرق إلى الغرب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 10) والحافة الشرقية معظمها من الصخور الأركية وقد تأثرت بالأحوال البنائية بدرجة شديدة، ويرتفع الجزء الشرقى للمنطقة إلى حوالى ٢٩٧ متراً فوق سطح البحر، أى حوالى ١٣٧ متراً عن الوسط المحيط، وتبلغ درجة الانحدار نحو الشرق ما بين ١,٥° ـ ٢٢°.

(٢) الأشكال الناتجة عن النحت :

(أ) الأودية :

يوجد العديد من خطوط التصريف المائى بمنطقة الدراسة، ويمكن تمييز نمطين من انماط التصريف هما نمط التصريف النيلى نحو بحيرة ناصر ونمط التصريف المركزى أو الداخلى. ويتميز النمط الأول من الأودية بوجوده فى شرق المنطقة وأنها أودية خانقية ضيقة وقد تتسع فى بعض الأحيان لتغطى قيعانها الرمال التى جرفتها الرياح وارسبتها فى هذه القيعان، بالاضافة إلى الغرين الرملى والمواد الأخرى المفتتة (El-Demerdash, 1978, P. 390) وهذا النظام من الأودية شبه متوازية وتمتد من الغرب إلى الشرق بشكل عام وبمحور متعامد على مجرى النيل وبحيرة ناصر.

أما النمط الثانى من أنماط الأودية وهى ذات التصريف الداخلى فتوجد فى الشمال الشرقى، حيث توجد بعض المواضع المنخفضة والتى تمثل مواضع صرف للأودية، وهى أودية خانقية على شكل حرف V (El-Shazly et al., 1977, P. 25) أما فى منطقتى بئر الشب، وكركر فخطوط التصريف صغيرة ومن النوع الشجرى وتتبع الخطوط البنائية، وقد توجد بشكل متوازى وبمحور شمالى - جنوبى وتمتد بين محاور الكثبان الرملية الطويلة السائدة فى الجزء الجنوبى الغربى لمنطقة الدراسة (Ibid., P. 29) وفى أقصى غرب المنطقة توجد بعض الأودية ذات النمط الشجرى والتى تنحدر نحو سهل عطمور الكبيش.

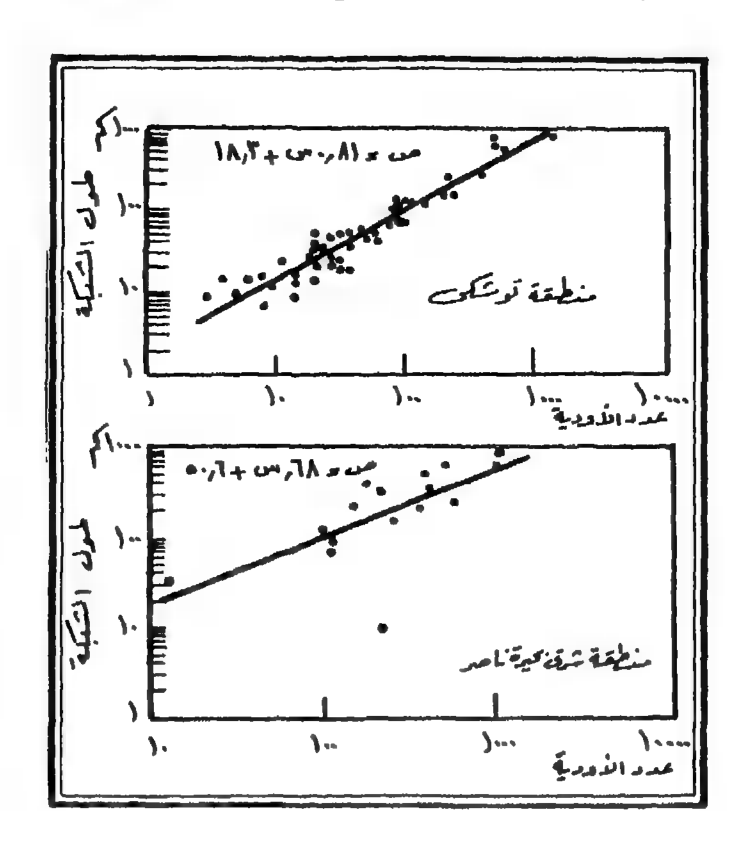
وتتميز أودية منطقة الدراسة بقصر طول الشبكة نسبياً إذا قورنت بنظيرتها الواقعة شرق بحيرة ناصر كما فى جدول (٧) حيث يقل متوسط طول الشبكة إلى ١٣٧,١٤ كم وفى نظم الصرف الداخلى يصل المتوسط إلى ٣٨,٨ كم فى حين يزيد متوسط طول الشبكة لأودية شرق بحيرة ناصر إلى ٢٩٨,٨ كم.

جدول (٧) : متوسط أطوال شبكات التصريف ومعدلات تغيرها بمنطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.

الخاصية	منطقة توشكى			منطقة شرق بحيرة ناصر
	نظم صرف نيلى	صرف داخلى	منخفض توشكى	
المتوسط كم	١٣٧,١٤	٣٨,٨		٢٩٨,٨
جملة عدد الأودية	٣٧	١٧		١٧
معدل تغير الطول كم مع مساحة الحوض	١,٢٨		٠,٣٥	٠,٢٦
عدد الأودية	٤٥		٩	١٧
معدل تغير الطول مع عدد الأودية (كم)	٠,٨٢		١,٣٩	٠,٦٨

وتتأثر أطوال الشبكة بمساحات الأحواض من جهة وعدد الأودية التى تتضمنها كل شبكة تصريف من جهة أخرى. وبتحليل العلاقة بين مساحة الحوض وطول

الشبكة بأسلوب الأنحدار الخطى البسيط Simple Regression Analysis كمـا فـى شـكل (٨) وجد أن معدل تغير طول الشبكة فى الأحواض فى منطقـة الدراسـة يبلـغ ١,٢٨ كم وهو معدل يرتفع عن نظيره فى أودية شرق بحيرة ناصر التى يبلـغ المعـدل بهـا ٠,٢٦ كم، وأن كان المعدل يقل إلى ٠,٣٥ كم فى أودية منخفض توشكى نظراً لقلة عدد وكثافة الأودية الصحراوية، وعامة فأن المعدلات مرتفعة بمنطقة الدراسة والتى تعنى أنه بزيادة مساحة الحوض كيلومتراً مربعاً واحداً فـأن ذلـك يزيـد مـن طـول الشبكة بمقدار ١,٢٨ كم، ويدل على إرتفاع المعدل حيث أن المعدلات المتوقعة دائماً تصل إلى ٠,٩كم وقد تزيد عن الواحد الصحيح (Gregory, 1977, P. 1076).



شكل (٨) : العلاقة بين عدد الأودية وطول الشبكة
فى منطقة توشـكى مـقارنة بمـنطقة
شـرق بحـيرة نـاصـر.

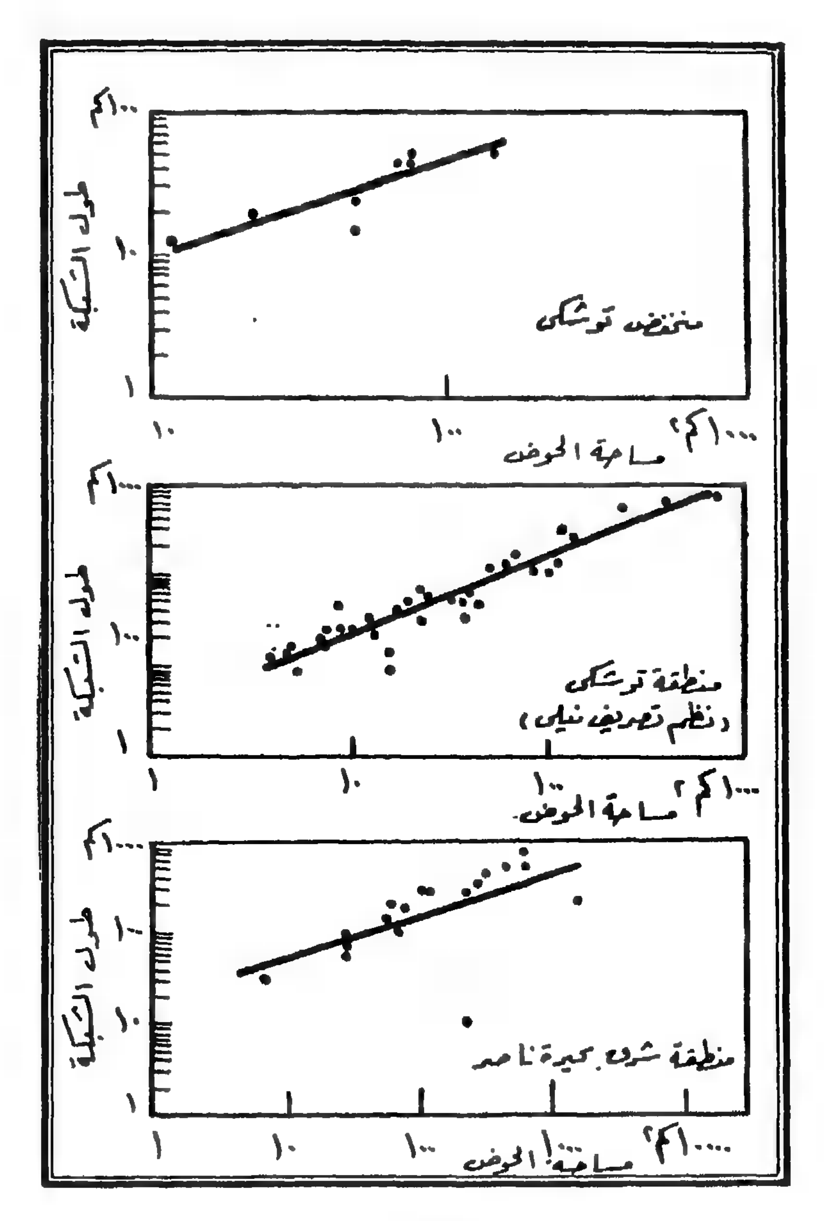
أما الخاصية الثانية التى تؤثر على أطوال شبكة التصريف بالحوض واختلافها من حوض لآخر فهى عدد الأودية. ويلاحظ من شكل (٩) أن العلاقة بينهما علاقة طردية ولذا فأن زيادة عدد الأودية فى شبكات التصريف تزيد من أطوال الشبكات. وقد وجد أن معدل التغير فى طول الشبكة فى منطقة الدراسة يبلغ ٠,٨١ كم مع عدد الأودية، بمعنى أنه بزيادة شبكة التصريف وادياً واحداً يزيد طول الشبكة بمقدار ٠,٨١ كم فى منطقة الدراسة بينما لا يزيد المعدل عن ٠,٦٨ كم فى أودية شرق بحيرة ناصر، كما تتجمع القيم حول خط الإنحدار بشكل واضح بينما تتناثر وتبتعد نسبياً عن الخط الأمثل بالنسبة لأودية شرق بحيرة ناصر.

وعن علاقة انحدار المجرى وتأثيره فى نحت تضاريس الحوض وتغيير إنحدار الحوض تم تحليل العلاقة بينهما بنفس إسلوب تحليل الإنحدار كما فى شكل (١٠) والتى إتضح من خلالها تأثير نحت الأودية فى تضاريس الحوض حيث يتغير انحدار التضاريس بمقدار ٠,٩٧ من الدرجة بزيادة انحدار المجرى درجة واحدة فقط، بينما يقل المعدل فى منطقة شرق بحيرة ناصر إلى ٠,٦٩ من الدرجة، أى أن المعدل فى منطقة الدراسة وصل إلى ١,٥ مرة تقريباً قدر نظيره فى أودية شرق بحيرة ناصر، ويلاحظ أن انحدار التضاريس هى نتيجة لعملية النحت والإزالة، وهذه القيمة عامة تقترب من القيم التى تم التوصل إليها فى دراسات سابقة والتى بلغت ٠,٨ من الدرجة (Strahler, 1968, P. 688) .

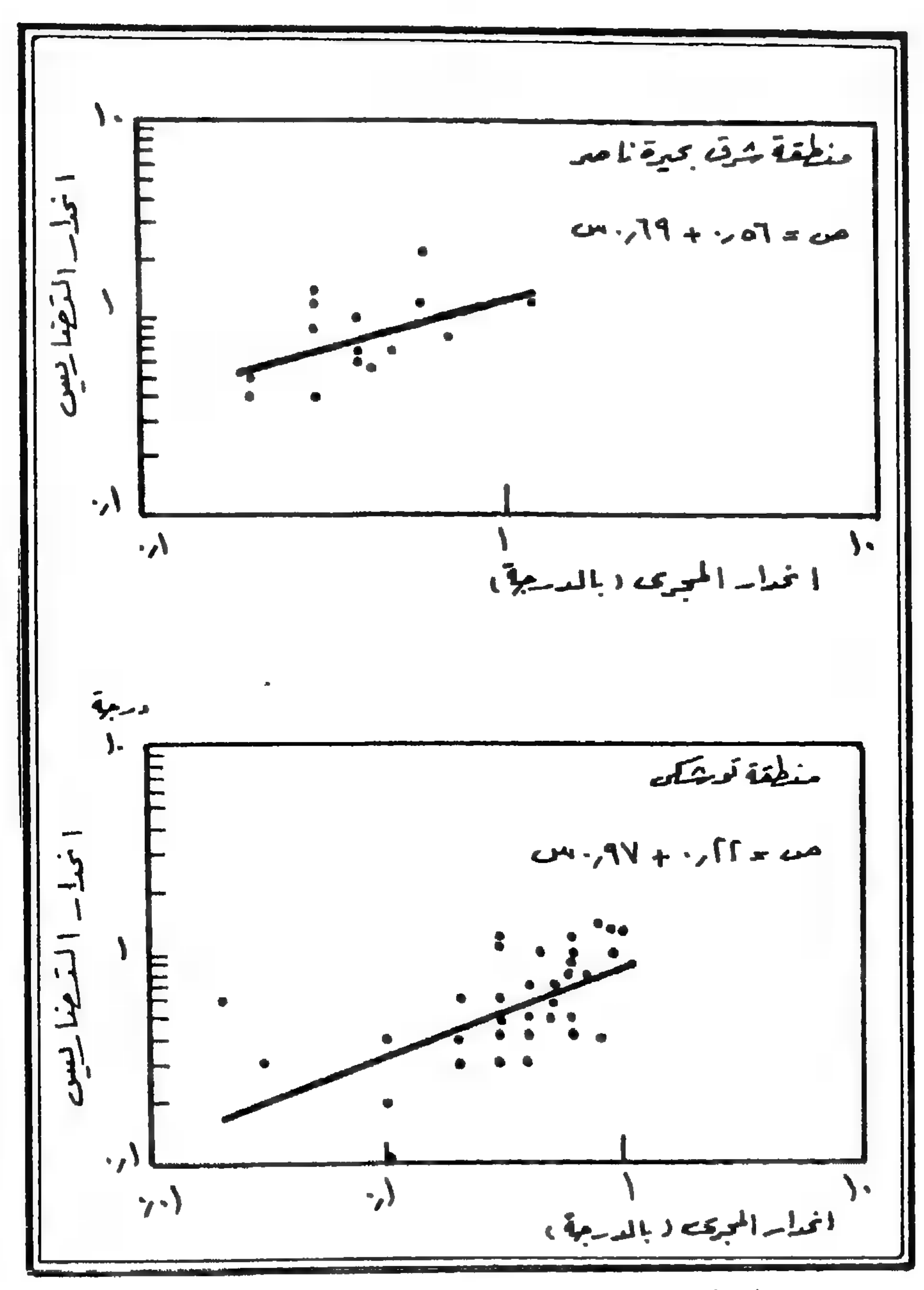
(ب) الأحواض الصحراوية[1] (البولسون Bolson) :

هى عبارة عن أحواض صغيرة المساحة نتجت عن عملية الطى التى أصابت المنطقة ثم نحتت هذه الطيات واصبحت فى هيئة احواض على غرار الاحواض المعروفة بالبولسون فى نصف الكرة الغربى كما هو الحال فى الحالة النموذجية الموجودة شمال شرق بئر مر بحوالى ١٣ كم والذى يبلغ طوله ٣ كيلومترات وعرضه ٠,٧٥ كم، وعمقه ٢٠ ـ ٢٥ متراً (Geofizika, 1966, P. 40).

(١) الأحواض الصحراوية الصغيرة هى أحواض بنائية أساساً، وتعرف باسم البولسون Bolson وهى كلمة أسبانية معناها كيس النقود، (لاهى، ف. ١٩٦١ ص ٤٠٠) وتعنى فى اللغة الاسبانية ايضاً حلقة حديد.



شكل (٩) : العلاقة بين مساحة الحوض وطول شبكة التصريف فى منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.



شكل (١٠) : العلاقة بين إنحدار المجرى وإنحدار التضاريس فى منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.

ويتفاوت طول الحوض الواحد بمنطقة الدراسة حيث يتراوح بين ١,٢ ـ ٧,٢٥ كم ومتوسط الطول ٢,٩٤ كم، ويتراوح العرض بين ٠,٥ ـ ٥,٣٧ كم ومتوسط العرض يبلغ ١,٤٧ كم كما يبلغ متوسط العمق ١٢,٢ متراً ومتوسط المساحة ٣,٥٤ كم٢، ويتراوح الشكل ما بين الطولى والدائرى وقد يكون غير منتظم ويبلغ معامل الشكل ٠,٤٩ كما فى جدول (٨).

جدول (٨) : الخصائص المورفومترية للأحواض الصحراوية (البولسون) فى منطقة توشكى.

عدد الحالات	متوسط الطول كم	متوسط العرض كم	متوسط العمق م	متوسط المساحة كم٢	معامل الشكل
٢١	٢,٩٤	١,٤٧	١٢,٢	٣,٥٤	٠,٤٩

المصدر : تم القياس من الخرائط ١ / ١٠٠٠٠٠ والخرائط المصورة ١ / ١٠٠٠٠٠

(ج) الجزر الجبلية :

تنتشر الجزر الجبلية فى أرجاء منطقة الدراسة. ففى الشرق نجد جبل حمام يرتفع ٧٧ متراً عن الوسط المحيط وجبل العصر يرتفع أيضاً ٤٤ متراً عن الوسط المحيط (٢٦٤ متراً فوق البحر) وقارة الهرمى ترتفع ٦ أمتار، بالإضافة إلى تلال أجران الفول وهناك جبل السد وجبل مصمص وجبل سرى وقارة النسر وجبل جزر يرتفع ٧٣ متراً عن الوسط المحيط ويرتفع جبل أبودروة ٦٦ متراً عن الوسط المحيط. وهناك مجموعة أخرى من الجزر الجبلية ممثلة فى جبل القنطاس فى الجنوب وجبل راوراو بينما يوجد فى الشمال جبل مراوة وفى الغرب توجد الجزر الجبلية بكثرة خاصة غرب بئر تخليس حيث يبلغ ارتفاعها مابين ٢٢ـ ٢٨ متراً وإنحداراتها من ٣ ـ ٥ درجة. وفى وسط المنطقة يوجد جبل التمساح بارتفاع ٧٣ متراً، وقد وصل المتوسط العام لإرتفاع الجزر الجبلية فى منطقة الدراسة ٦٠,١ متراً.

(د) التلال المعزولة :

تنتشر التلال المعزولة بمنطقة الدراسة وتعتبر من المعالم الجيومورفولوجية المميزة للسطح، وتتكون التلال المعزولة إما من الصخور الأركية الصلبة بمختلف أنواعها أو من صخور الحجر الرملي النوبي والأحجار الجيرية التي ترجع للزمن الثاني. وقد تتباعد التلال كما هو الحال في وسط وغرب منطقة الدراسة شكل (٧)، وقد تتقارب من بعضها كما هو الحال في القسم الشرقي من منطقة الدراسة، والتي تبدو التلال المعزولة به في هيئة مخروطية أو كتلال متتابعة مكونة من الحجر الرملي النوبي (El-Demerdash, 1978, P. 395) كما توجد بعض التلال المنخفضة من الصخور الجرانيتية غرب المنطقة في سهل عطمور الكبيش (El-Shazly, et al., 1977, P. 28).

(هـ) السهول وأشباه السهول :

تظهر السهول وأشباه السهول بشكل متقطع بين أجزاء منطقة الدراسة، وقد تكونت بفعل عوامل وعمليات النحت التي خفضت السطح وعملت على الوصول به إلى مرحلة شبه السهل. وتغطي هذه السهول وأشباه السهول الرواسب الحصوية أو الرملية، ومعظمها ذو هيئة مموجة تموجاً خفيفاً.

وتتوزع السهول في غرب منطقة توشكى حيث يوجد أكبر السهول وهو سهل عطمور الكبيش والذي تتناثر به بعض التلال والمسطحات الجيرية المفككة والكدوات وفرشات الرمال، ويتكرر نفس المظهر حول بئر تخليس حيث تأكلت الطبقات وتكونت سهولاً مستوية السطح ولها امتداد في منطقة درب الأربعين وشرق بئر مر (Ibid., P. 27). أما في أقصى الشمال فيلاحظ أن صخور الحجر الرملي النوبي تم نحتها وأصبحت أراضي شبه مستوية تحت حافة سن الكداب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 13) وإن كانت تمثل سهولاً ضيقة نسبياً، كما أنه قد توجد السهول وأشباه السهول في الجزء الأوسط لمنطقة الدراسة حيث تغطيها فرشات الرمال أو الكثبان الرملية وترصعها بعض التلال القليلة الإرتفاع.

أما فى شرق منطقة توشكى فيوجد سهل بنائى يعرف باسم السهل النوبى، والذى تكون فوق الحجر الرملى النوبى، وهى سهول متسعة ومكشوفة حول بحيرة ناصر وهى محددة بحافة سن الكداب وتقطعها أودية عديدة مثل وادى كركر وكلابشة والفالق والسيل والسنا (Tamer, 1987, P. 371) . كما توجد السطوح الصخرية التى تمثل مظهراً مستوى السطح والتى توجد أو تحيط بالجزر الجبلية وبالتلال المعزولة خاصة فى الجزء الشرقى لمنطقة توشكى (Awad & El-Sorady, P. 10).

(٣) أشكال الإرساب :

(أ) الكثبان والفرشات الرملية :

توجد الكثبان الرملية فى مناطق متعددة سواء شرق أو وسط أو جنوب أو شمال منطقة الدراسة كما فى شكل (٧) فهى فى الجزء الشرقى للمنطقة نجدها قليلة ومتباعدة ورواسبها من الرمل الناعم إلى الرمل المتوسط والنمط هو من النوع الهلالى وقد تتجمع لتكون حافة رملية طولية بمحور شمالى - جنوبى بحيث تمتد بين تلال الحجر الرملى النوبى (El-Shazly et al., 1977, P. 58) ، وفى شرق دنقل توجد الكثبان الهلالية وبشكل فردى وإذا وجد نمط الكثبان الطولية التى تبدو فى هيئة حافات فلا يزيد طولها عن الكيلومتر الواحد، بينما فى الوسط الجنوبى خاصة عند حافة الكوارتز توجد الكثبان الرملية الشبيهة بالحافات (Geofizika, 1966, P. 28).

أما فى الوسط الغربى لمنطقة الدراسة فتوجد الكثبان الرملية فى شكل حقول كبيرة بحيث يصل امتداد الحقل الواحد ١٠ ـ ٤٥ كم وباتساع ما بين ٢ ـ ٨ كم ومحورها شمالى - جنوبى أيضاً، وتظهر بوضوح فى منطقة برقات الشب، وقد يزيد إتساع الحقل إلى ١٥ كم وتصبح الكثبان من النمط الهلالى فى الجنوب والطولى فى الشمال، أما فى شرق وجنوب بير نخلاى فالكثبان معظمها من النمط الهلالى.

وتتميز معظم الكثبان الهلالية باتساعها بحيث يقترب العرض من قيمة الطول أو يزيد، وقد وصل متوسط طول الكثيب ٣٤٣ متراً ومتوسط العرض ٣٨٣ متراً،

وبشكل عام فأن متوسط طول الكثيب يتراوح ما بين ٢٩٥ متراً وبين ٥٩٣ متراً فى المواقع المختلفة، كما يصل متوسط الاتساع إلى ٢٦٥ ـ ٣٨٣ متراً فى المواقع المختلفة، كما فى جدول (٩).

جدول (٩) : الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية فى وسط منطقة توشكى.

الخاصية	العدد	موقع ١	موقع ٢	موقع ٣	موقع ٤
الطول م	٤ ـ ٧	٣٤٣	٥٩٣	٤٥٨	٢٩٥
العرض م	٤ ـ ٧	٣٨٣	٣١٧	٣٢٥	٢٦٥
العدد	٤ ـ ٧	٣٧	٧	٦٥	٤
المساحة كم٢		٦,٨	—	٤,٠٧	—
الكثافة / كم٢		٥,٤	—	١٥,٩	—
المصدر		موزايك ٨٤	موزايك ٧٨	موزايك ٧٨	موزايك ٨٤

وتتراوح كثافة الكثبان ما بين ٥,٤ كم٢ و ١٥,٩ كم٢ وهى قيمة قد تقل عن تلك الموجودة فى منخفض الخارجة فى بعض مواضع منطقة الدراسة أو تزيد، حيث تتراوح كثافة الكثبان فى منخفض الخارجة ما بين ٥ / كم٢ وبين ٣٧ / كم٢ (Embabi , 1982, P. 155) .

أما المظهر الثانى وهو فرشات الرمال فتغطى معظم السهول وأشباه السهول خاصة حول الوسط الشرقى فى منطقتى جبل أم شاغر وبرق السحاب وإلى الجنوب منهما، وفى مواضع عديدة شرق المنطقة (Awad & El-Sorady, 1987, P. 17) كما توجد الفرشات الرملية فى الجزء الأوسط حول الكثبان الرملية أو متخللة إياها، وتوجد أيضاً بمساحات واسعة فى غرب المنطقة خاصة حول بئر تخليس وغرب بئر أبو الحصين وفى سهل عطمور الكبيش وعلى جانبى درب الأربعين.

(ب) المراوح الفيضية :

تتوزع المراوح الفيضية فى منطقة الدراسة فى شمال المنطقة عند أقدام الحافة الجنوبية لسن الكداب والتى يصل متوسط مساحتها إلى ٢,٢٥ كم٢ وقد كونتها الأودية التى تقطع الحافة.

أما فى الوسط الشمالى فتوجد المراوح بمساحات أكبر والتى يصل متوسط مساحتها إلى ٣,٩٨ كم٢ ويرتبط بها بعض البلايا الموزعة بالمنطقة.

وتقل مساحة المراوح فى الجزء الأوسط لمنطقة توشكى حيث يبلغ متوسط المساحة ١,٥ كم٢ وتصبح المراوح صغيرة المساحة غرب وجنوب المنطقة بحيث لايتعدى متوسط المساحة ٠,٨ كم٢، ويقل وجودها فى الشمال الشرقى والجنوب الشرقى للمنطقة وتختفى تقريباً من الركن الغربى فى حين توجد مروحتان فى أقصى الشرق متوسط مساحتهما ١١,٢ كم٢، ويقل وجودها فى شرق المنطقة بشكل عام.

(ج) البلايا :

يوجد عديد من البلايا فى منطقة الدراسة والتى تتسم بالتفاوت المساحى ويتركز وجودها فى شمال وغرب المنطقة كما فى شكل (٧) ، ففى الشمال الأوسط يوجد خمس بلايا متوسط مساحتها ٤,٥٤ كم٢ فى غرب وجنوب دنقل وإلى الجنوب من حافة سن الكداب، بينما فى شرق دنقل لايوجد إلا بلايا واحدة كبيرة المساحة، كما يوجد العديد منها شمال شرق منطقة الدراسة خاصة على طول وادى كركر ووادى السنا (El-Shazly et al., 1977, P. 57) .

ويقل وجود ظاهرة البلايا فى غرب منطقة الدراسة بشكل واضح، وهى توجد عند حافة كسيبة خاصة إلى الشرق من درب الأربعين، كما توجد أيضاً جنوب جبل شرشر الواقع جنوب منخفض الخارجة والذى يحدد منطقة الدراسة من الشمال الغربى، ورواسبها هنا هى رواسب طميية، كما توجد البلايا فى الوسط الغربى للمنطقة حول نقاط المياه مثل بئر تخليس وبئر الشب وبئر كريم، والرواسب فى هذه البلايا طميية طينية تجمع معها طبقات ملحية تتخلل الرواسب (Ibid.).

وترتبط كثير من البلايا فى منطقة الدراسة بنهايات المراوح الفيضية، حيث أن عملية الترتيب الحجمى أثناء إلقاء الأودية بحمولتها عند مخارجها تؤدى إلى إرساب المواد الأكثر نعومة ـ وهى الرواسب الطميية والطينية ـ عند هوامش المراوح الفيضية، وتتجمع فى المواضع الأخفض منسوباً مما يساعد على تكون البلايا وتصبح مرتبطة بهوامش المراوح الفيضية.

* * *

الفصل الثانى

جيومورفولوجية منخفض توشكى

جيومورفولوجية منخفض توشكى

يقع منخفض توشكى فى وسط منطقة الدراسة بحيث يمتد بين خطى عرض ٢٦ً ٢٣° و ٥٢ً ٣٢ً ٣٣ً ٢٣° شمالاً كما فى شكل (٣) و (٤) و (١١) وعلى هذا فأنه يحتل قلب منطقة توشكى وإن كان أقرب للركن الغربى منه عن الركن الشرقى، ويمثل بذلك أقصى المنخفضات الصحراوية فى الصحراء الغربية فى مصر إمتداداً نحو الجنوب.

ويتحدد المنخفض بخط كنتور ٢٠٠ متر الذى يحدد معظم المنخفضات بالصحراء الغربية فيما عدا الطرف الشمالى الغربى حيث يتصل بالطرف الجنوبى لمنخفض الخارجة عبر عتبة مرتفعة يبلغ إمتدادها من الشرق إلى الغرب حوالى ٣٠ كم والتى أستخدم الباحث فى تحديدها خط تقسيم المياه بينهما لإتمام الحدود الشمالية الغربية لمنخفض توشكى، وبناء على هذا التحديد للمنخفض وصلت مساحة المنخفض ١٣١٤٢ كم٢، وتمثل نسبة قدرها ٢٦,٨٧٪ من مساحة منطقة الدراسة.

وفى دراستنا لمنخفض توشكى يمكن أن نتناول بنية وتركيب ونشأة وتطور المنخفض، ومقارنة الخصائص العامة للمنخفض بالمنخفضات الرئيسية الأخرى بالصحراء الغربية، وأهم الملامح الجيومورفولوجية المميزة لسطح المنخفض.

أولاً : منخفض توشكى النشأة والبنية :

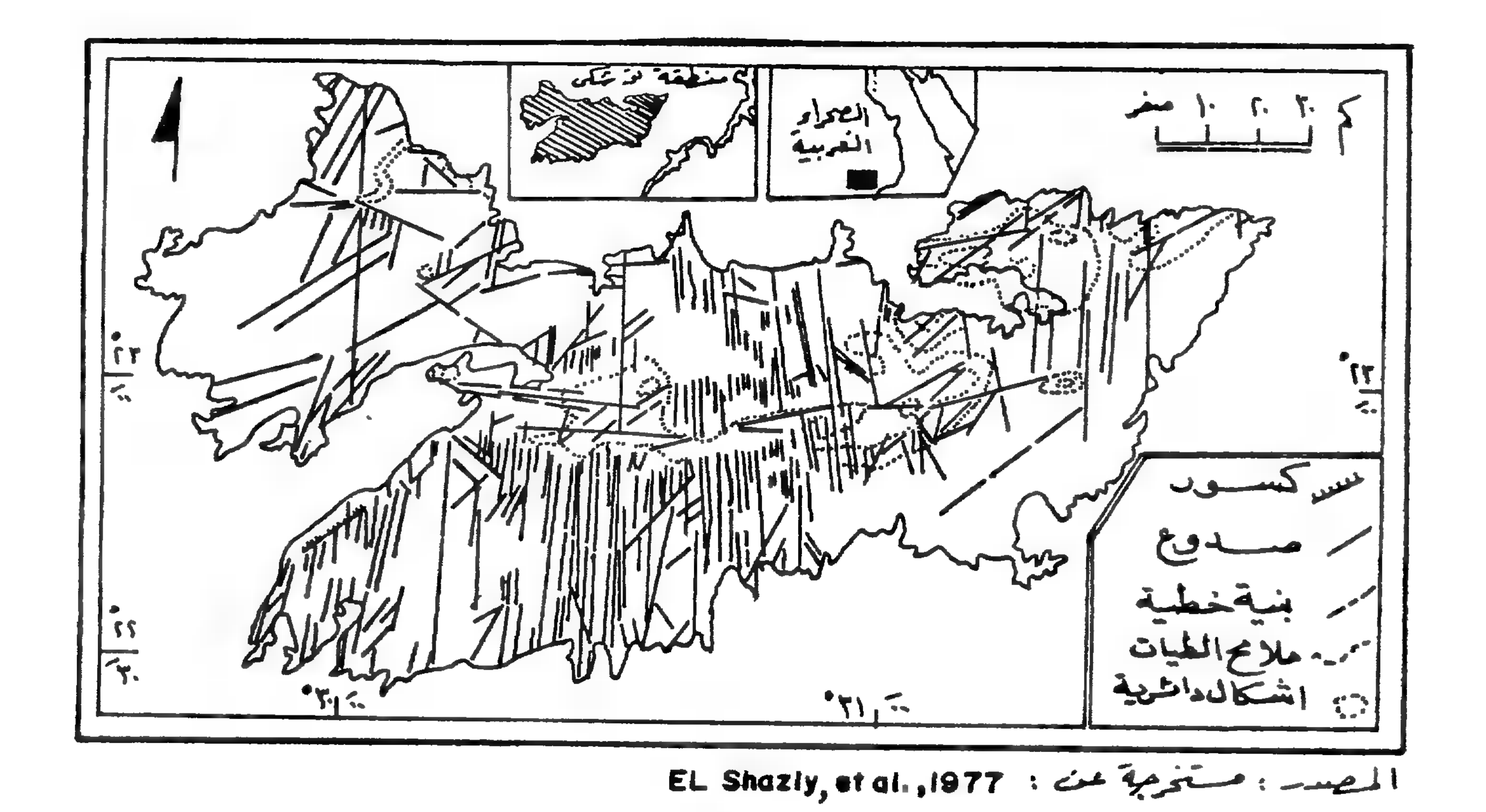
تعتبر البنية الجيولوجية من العوامل الأساسية المتحكمة فى نشأة منخفض توشكى بدرجة كبيرة وظهوره بهيئة تمتد من الشرق إلى الغرب أكثر من الأمتداد الشمالى الجنوبى وذلك على عكس الأتجاه الذى يتخذه منخفض الخارجة الواقع إلى الشمال منه. وقد ذكر بحيرى (١٩٧٩، ص ١٧) أن كنتش ويللوز Kentsch & Yallouze أن المنخفضات الصحراوية المصرية عامة قد نشأت عند إمتداد تشوهات تكتونية خطية كونت شقوقاً أرضية نفذت منها عوامل التعرية، وهذا يتفق مع ظروف بنية ونشأة منخفض توشكى.

ويتحكم فى نشأة منخفض توشكى نوعان من أنواع البنية الجيولوجية الأول منهما هو الطيات والنوع الثانى هو الصدوع. فمن حيث النوع الأول وهو الطيات فانها تتوزع فى شمال غرب المنخفض عند إتصاله بجنوب منخفض الخارجة وفى وسط المنخفض بشكل يمتد على هيئة محور غربى - شرقى بما يتفق مع الإمتداد العرضى للمنخفض، كما يوجد مظهر هذه الطيات والقباب فى شمال وشمال شرق المنخفض والتى يظهر لها إمتداد حتى وادى كلابشة شمال شرق منطقة توشكى كما فى شكل (١١).

وتمثل الطيات بمنطقة الدراسة أجزاء من مقعرات تقع بين مرتفع نخلاى - إسوان الواقع شرق منطقة توشكى من جهة وبين مرتفع طرفاوى - أبوبيان فى أقصى غرب منطقة الدراسة من جهة أخرى كما فى شكل (٥). ومثل هذه المقعرات Synclines والتى تمثل أشكالاً بنائية عكس المحدبات قد تم نحت هوامشها وتخلفت الأجزاء الوسطى فأصبحت مورفولوجيتها فى الأجزاء الوسطى تبدو أعلى من المناطق الهامشية (Geofizika, 1966, P. 40) ، أما الطيات الصغيرة التى أظهرتها صور الأقمار الصناعية فلها محاور طولية تمتد من شرق الشمال الشرقى إلى غرب الجنوب الغربى (El-Shazly et al., 1977, P. 45) لذا ساعدت هذه الطيات الصغيرة على نحت المنخفض وإعطائه الشكل العرضى من الغرب إلى الشرق.

ويلاحظ أن معظم مظاهر البنية الجيولوجية فى شمال ووسط المنخفض تعكس تحكماً بنائياً بفعل الطيات فى نحت وتكوين المنخفض، ويختفى وجود مثل هذه الطيات تقريباً من جنوب المنخفض. كما يشير عزت (١٩٧٤، ص ٩) إلى أن منطقة توشكى وجنوب الواحات الخارجة تمثل طيات حدثت للصخور بمحور شمال ٥٠° شرق كما أن مظهر الطيات المحلية الصغيرة يرجعها البعض إلى حدوث التقويض على طول خطوط الصدوع (Geofizika, 1966, P. 37) .

أما النوع الثانى من أنواع البنية الجيولوجية التى أثرت فى نشأة وتكوين منخفض توشكى فهى الصدوع حيث تنتظم هذه الصدوع فى محاور أساسية واضحة بالمنخفض. فهناك الصدوع الرئيسية الكبرى التى تمتد من الغرب إلى الشرق بينما



المصدر : مستخرجة عن : EL Shazly, et al., 1977

شكل (١١) : بنية منخفض توشكى.

تختفى الصدوع الرئيسية ذات المحور الشمالى - الجنوبى (Ibid., P. 38) وهذا يعمل بشكل أساسى على تكسر الصخر وسهولة نحته ومساعدة عوامل التعرية على حفر المنخفض فجاءت هيئته وإمتداده مطابقة لنظام الطيات والصدوع السائدين بمنطقة المنخفض.

أما الأتجاهات الأخرى للصدوع فتتمثل فى الصدوع ذات المحور الشمالى الشرقى - الجنوبى الغربى، وهى صدوع توازى تقريباً محاور كل من المرتفع الشرقى الواقع شرق منطقة الدراسة والمرتفع الثانى الواقع غرب منخفض توشكى.

ومن حيث إتجاهات الصدوع الثانوية بمنخفض توشكى فتمتد بمحور شمالى - جنوبى بالإضافة إلى بعض الأتجاهات الأخرى، وهذه الصدوع قد سهلت أيضا عمليات النحت والتخفيض، ومعظم إتجاهات هذه الصدوع تكون بمحور متعامد على محور الطيات مما يؤدى إلى شدة تقطع المنطقة وتسهيل عمليات نحتها.

ثانياً : التطور الجيولوجى والبنيوى لمنخفض توشكى :

مر منخفض توشكى بتغيرات جيولوجية أورد بعضها عزت (١٩٧٤، ص ص ٦ - ٩) ويمكن إيجازها كما يلى :

١- فى عصر ما قبل الكمبرى بدأت معظم التراكيب الجيولوجية بالوادى الجديد فى التكون نتيجة تعرض المنطقة لضغوط من الشمال، ونتج عن ذلك تكون طيات بمحور شرقى - غربى، وحدثت تشققات فى القشرة الأرضية بإتجاهات موازية لمحاور هذه الطيات فى منطقة جنوب الواحات الخارجة - والتى تتضمن أساساً منخفض توشكى.

٢- ترسبت صخور الحجر الرملى النوبى فى حقب الحياة القديمة وذلك فى نهاية العصر الديفونى، وقد حدث تغير فى إتجاه القوى الضاغطة فى إتجاه عقارب الساعة، ولذا أصبح الأتجاه الرئيسى لها من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى (عزت، ١٩٧٤، ص ٧). وفى عصر الجوارسى حدث غمر بحرى

وكانت منطقة الدراسة مرتفعة وحدثت حركة رفع للمكونات الجيولوجية السابقة للعصر الجوراسى.

٣- تعرضت منطقة الدراسة لغمر بحرى فى العصر الكريتاسى وكان البحر يتسم بقلة العمق، وفى تلك الأثناء حدثت حركة إرتفاع جبال البحر الأحمر ومن هنا بدأت منطقة الوادى الجديد ومعظم منطقة توشكى فى الإرتفاع ووصلت المنطقة إلى أقصى إرتفاع لها، وإستمرت التراكيب الجيولوجية فى الإرتفاع.
٤- فى عصر الإيوسين تعرضت المنطقة لحركة طى ومنها هضبة أبو طرطور وكان محور الحركة من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى واستمر ارتفاع منطقة الوادى الجديد بما فيها معظم أراضى منطقة توشكى.
٥- تعرضت منطقة الوادى الجديد فى نهاية عصر الإيوسين وإلى الجنوب من خط عرض ٢٨° شمالاً لعوامل التعرية، ووصلت قمة النحت فى عصرى الأوليجوسين والميوسين، وساعد هذا على نحت وتعميق مناطق المنخفض، وفى هذا العصر إشتدت حدة القوى الرافعة لمنطقة الوادى الجديد وتعرضت التراكيب الجيولوجية لمناطق الواحات الخارجة لعوامل تعرية شديدة الفعالية.
٦- فى عصر الأوليجوسين حدث سقوط أمطار غزيرة وتسبب إرتفاع جبال البحر الأحمر فى زيادة معدلات الأمطار والتى كانت تصرف مياهها فى شمال منطقة الخارجة، وحينما تكون نهر النيل فى عصر الميوسين بدأت منطقة جنوب الخارجة ومنخفض توشكى فى الجفاف. وبحلول عصر البليستوسين تعرضت المنطقة لأمطار غزيرة أدت إلى تشكيل ظاهرات عديدة بمنخفض توشكى، وبهذا يبدو أن المنخفض قد نشأ نشأة بنائية أولاً ثم تعرضت الطيات ومواضع الصدوع للنحت والتخفيض فى مرحلة لاحقة، وتركت كلها بصمات واضحة على سطح المنخفض على هيئة أشكال جيومورفولوجية اما من اصل بنائى أو ناتجة عن عوامل النحت والإرساب.

ثالثاً: الخصائص العامة للمنخفض :

يمتد منخفض توشكى بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق كما سبق الذكر، ويصل أقصى طول لـه فى هذا المحور ٢٢٢كم، ويبلغ إتساعه من الشمال إلى الجنوب ١٢١ كم ولذا فأن معامل الشكل يبلغ ٠,٥٤، ويبلغ متوسط إتساع المنخفض ٥٩,٢ كم. ويتصف منخفض توشكى فى إمتداده بأنه المنخفض الوحيد الذى قد يشابه منخفض الداخلة فى إمتداده بمحور شرقى - غربى إلاّ أنه يتميز عنه بأنه منخفض مغلق ومحدد، وأن شكله يبدو غير منتظم الهيئة بحيث يأخذ شكلاً متشعباً.

وتبلغ مساحة منخفض توشكى ١٣١٤٢ كيلومتراً مربعاً وبذلك يتميز المنخفض بكبر مساحته، وتمثل هذه المساحة ١,٩٣٪ من مساحة الصحراء الغربية فى مصر والبالغ مساحتها ٦٨١ ألف كيلومتراً مربعاً، ويحتل بذلك المرتبة الثانية من حيث المساحة بين المنخفضات الأخرى بالصحراء الغربية، ولايفوقه فى ذلك سوى منخفض القطارة كما فى جدول (١٠).

أما من حيث عمق منخفض توشكى فهو قليل نسبياً حيث يبلغ أدنى منسوب به ١٠٢ متر فوق سطح البحر، ولذا يأتى منسوب قاع المنخفض فى المرتبة السابعة بين المنخفضات الرئيسية بالصحراء الغربية فى هذه الخاصية. وقد يرجع ذلك إلى الأتجاه الذى يأخذه المنخفض وهو بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق فى معظم أجزائه ووقوف هضبة سن الكداب إلى الشمال منه مما يعوق تأثير النحت بفعل الرياح وتعميقه نسبياً، ويضاف إلى ذلك نشأته البنائية فى هيئة طيات مقعرة نحتت جوانبها وظل وسط الطية ثابتاً مما قلل من التعميق النسبى لقاع المنخفض، وقد يرجع ذلك ايضا إلى عامل ثالث وهو تعرض قاع المنخفض فى عصر الهولوسين للردم والإرساب بفعل الرياح مما جعله يستقبل رواسب أكثر مما يفقد، فعمل ذلك على رفع منسوب القاع عن طريق الردم أكثر من التعميق عن طريق عملية النحت والإزالة.

ويلاحظ أن معظم تضاريس المنخفض تقع بين منسوبى ١٧٥-٢٠٠ متراً وقلما يرتفع السطح عن منسوب ٢٠٠ متر، وهذا المنسوب لسطح المنخفض يتركز وجوده

فى أقصى شرق المنخفض وفى غربه وجنوبه الغربى كما فى شكل (١٢). ويعكس القطاع التضاريس شكل (١٣) وجود تباين تضاريسى مابين إرتفاع وإنخفاض سطح المنخفض بالإمتداد من الشرق إلى الغرب، كما يظهر وجود منخفضات ثانوية يتضمنها منخفض توشكى والتى أطلق عليها منخفض رقم (١) ومنخفض رقم (٣) ومنخفض رقم (٤) (عيضان، ١٩٩٥، ص ٢٠) حيث ينقسم منخفض توشكى أساساً إلى أربعة منخفضات ثانوية تتصل ببعضها إتصالاً جزئياً، كما يعكس القطاع أيضا وجود الطبوغرافيا المرتفعة والمنخفضة فى قلب منخفض توشكى ويظهر القاع المستوى والكتل المعزولة والجزر الجبلية والحافات التى تفصل فصلاً جزئياً بين المنخفضات الثانوية.

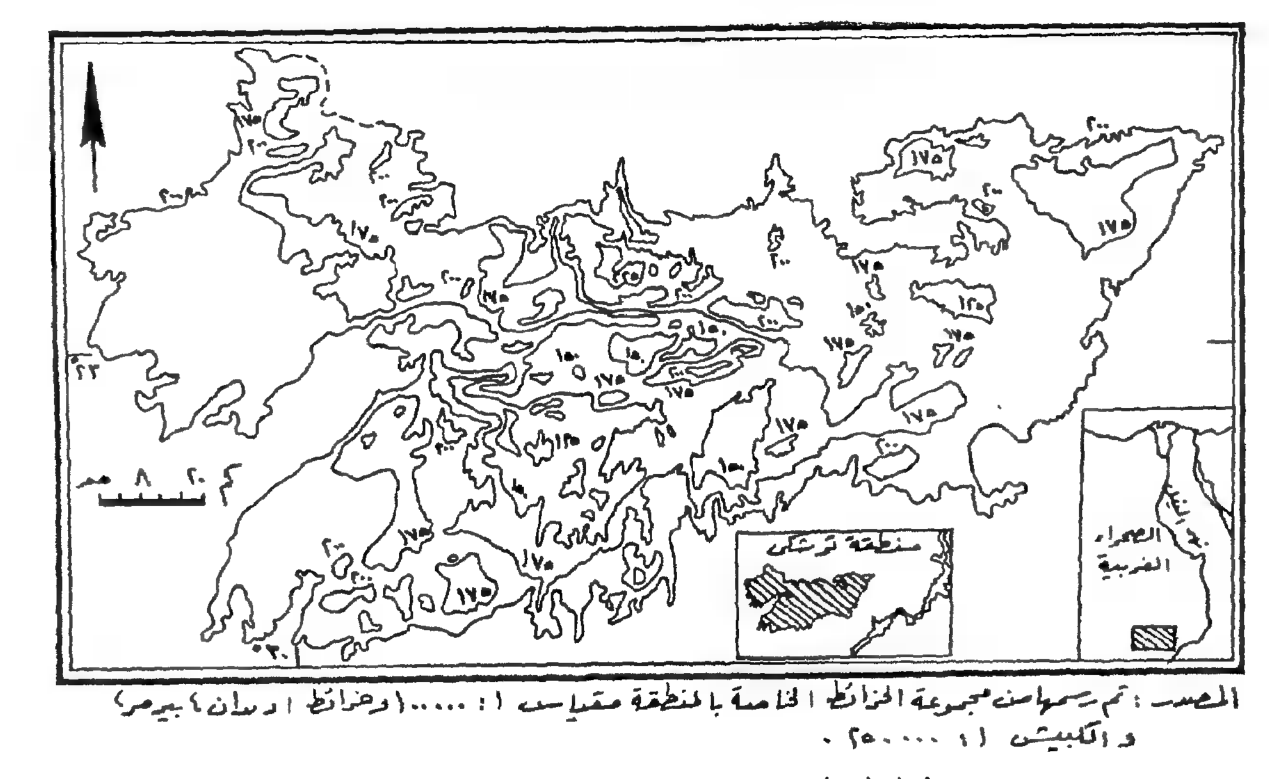
جدول (١٠) : مساحة وعمق منخفض توشكى مقارناً بمنخفضات الصحراء الغربية.

المنخفض	المساحة كم٢	الترتيب	أقل منسوب بالمتر	الترتيب
القطارة	١٩٥٠٠	١	١٣٤ -	١
توشكى	١٣١٤٢	٢	١٠٢	٧
الفرافرة	١٢٧٨٠	٣	٢٦	٦
الخارجة	٥٥٠٠	٤	٢	٥
البحرية	١٨٠٠	٥	١٦٠	٨
الداخلة	١٥٠٠	٦	١٨ -	٣
سيوة	١٠٨٨	٧	١٧ -	٤
النطرون	٥٠٠	٨	٢٣-	٢

المصدر : عن أبو العز (١٩٦٨)، وسليم (١٩٩٢) ودهب (١٩٩٧) والفرافرة وتوشكى من حساب الباحث.

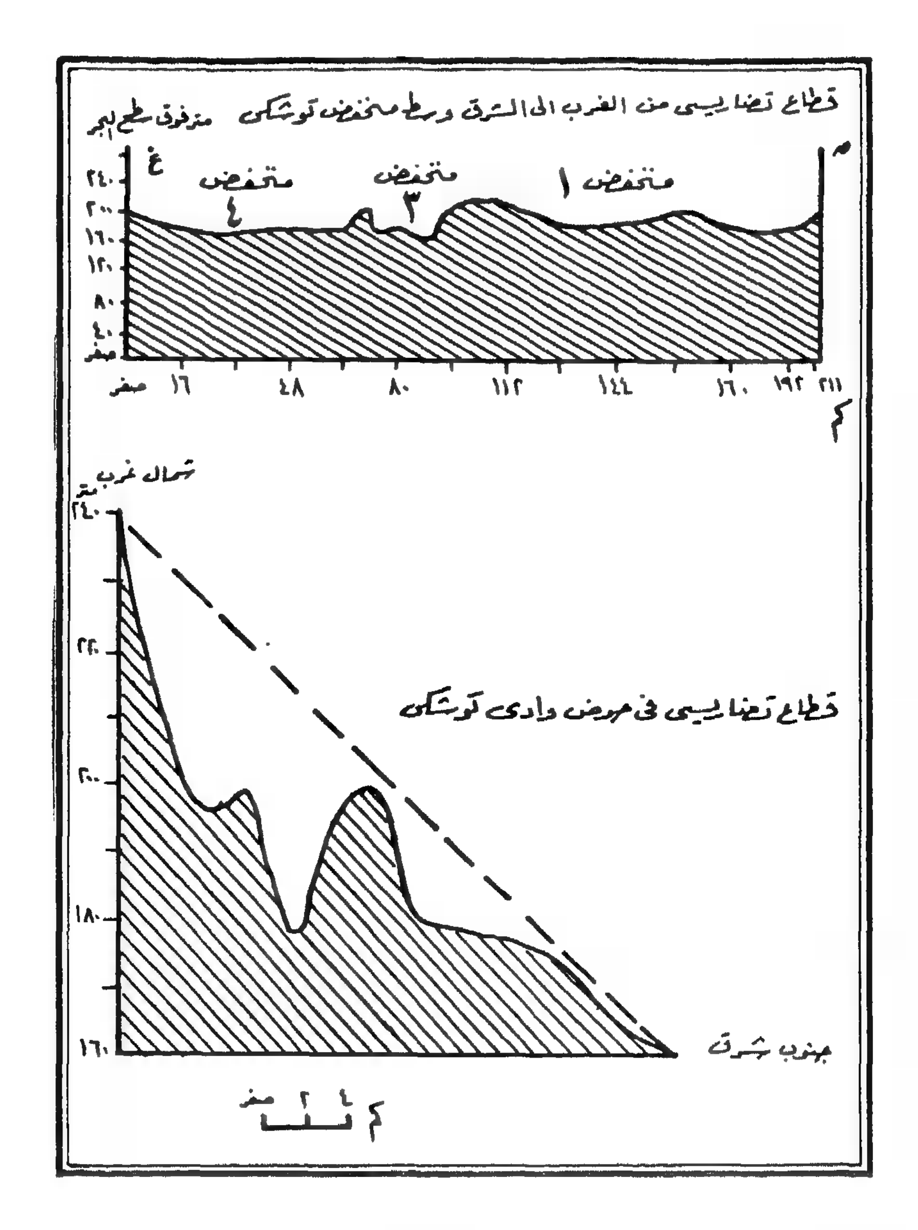
رابعاً : العلامح الجيومورفولوجية لمنخفض توشكى :

يتميز قاع منخفض توشكى بوجود ظاهرات جيومورفولوجية عديدة هى الحافات، والقباب والأحواض الصحراوية والسهول وفرشات الرمال، والجزر الجبلية، والتلال المعزولة، والكثبان الرملية، والأودية الجافة.



المصدر : تم رسمها من مجموعة الخرائط الخاصة بالمنطقة مقياس ١ : ١٠٠٠٠ (وخرائط ادمان ، بيرمر) والكبيش ١ : ٢٥٠٠٠٠ .

شكل (١٢) : الخريطة الكنتورية لمنخفض توشكى.



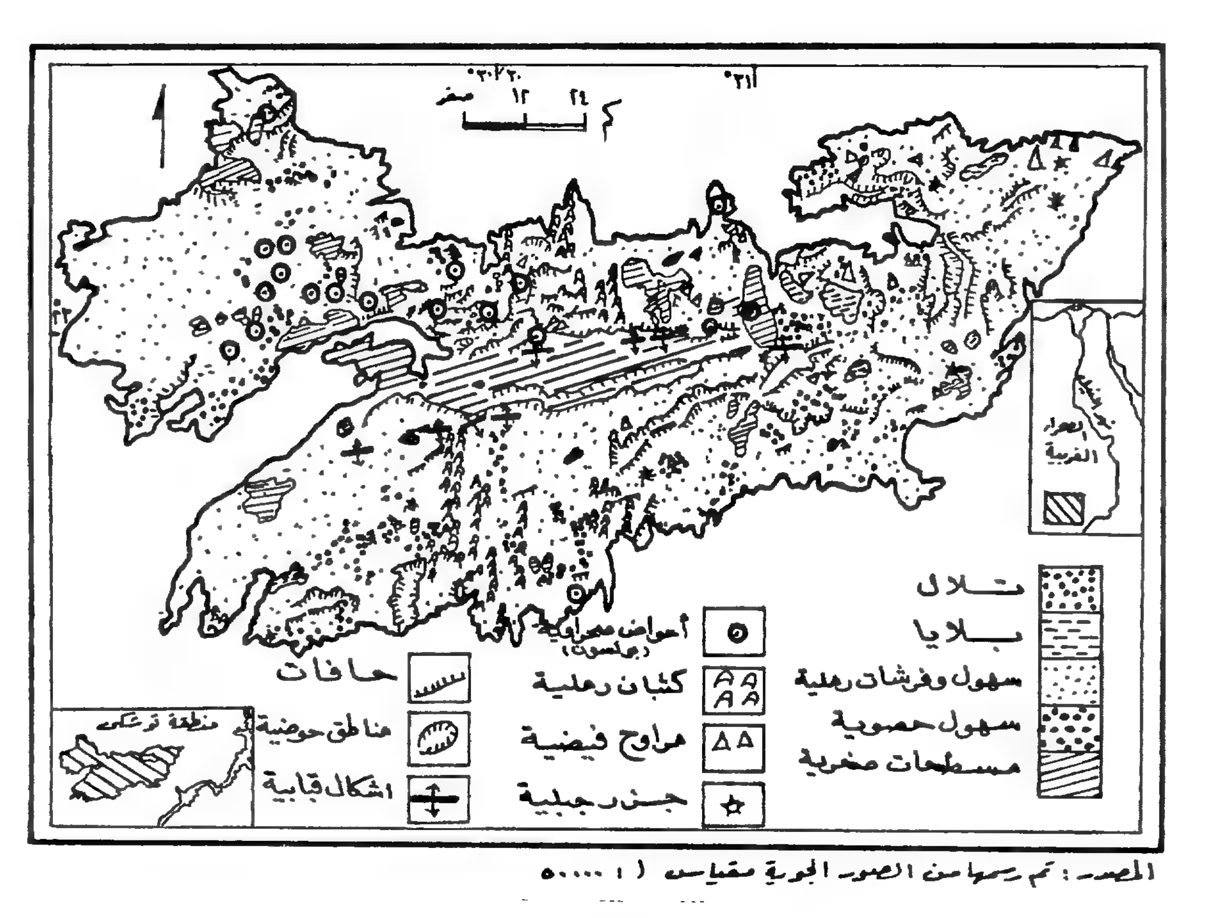
شكل (١٣) : قطاعان تضاريسان فى منخفض توشكى وفى حوض وادى توشكى.

فالحافات الجبلية الموجودة بمنخفض توشكى عديدة منها الحافة الشمالية المحددة للمنخفض وهى حافة سن الكداب والتى تأخذ إتجاهاً عاماً من الشرق إلى الغرب، وقد نشأت هذه الحافة نشأة بنائية حيث تحكم فى نشأتها وإمتدادها الصدوع الرئيسية التى تأخذ محوراً شمالياً ـ جنوبياً من جهة واتجاهاً شرقياً ـ غربياً من جهة أخرى (El-Shazly et al., 1977, P. 25).

أما الحافات الموجودة فى قاع المنخفض نفسه فتتوزع فى الركن الشمالى الشرقى والجنوبى الشرقى، كما توجد فى وسط المنخفض أيضاً. وتظهر أكثر الحافات وضوحاً فى الجزء الأوسط للمنخفض ويبلغ ارتفاعها ٢٠٠ متر فوق سطح البحر فى حين تعتبر الحافات فى الشمال والشمال الغربى للمنخفض ـ إلى الغرب من حافة سن الكداب ـ أخفض منسوياً، وتكون فى إمتدادها على هيئة عدد من المدرجات تفصل بينها حافات حادة شديدة الإنحدار (Ibid., P. 26) فى حين تقل الحافات فى غرب المنخفض وإن كانت تتميز هنا بأنها عبارة عن كتل صدعية طولية المظهر ويبلغ إتساعها ما بين ٥ ـ ٣٠ كم (Geofizika , 1966, P . 38) .

وتعتبر ظاهرة القباب المظهر الجيومورفولوجى الثانى المميز لسطح المنخفض، ويتركز معظم هذه القباب فى الجزء الأوسط وفى الوسط الغربى للمنخفض أيضاً كما فى شكل (١٤) وهى نفس المنطقة التى تتسم بأنها ذات بنية إلتوائية حيث أصابتها حركة الطى السابق ذكرها وكونت مقعراً يعرف بالمنخفض النيلى والذى يقع بين الجانبين المرتفعين اللذين يقعان إلى الشرق وإلى الغرب منه وهما مرتفع نخلاى ـ إسوان فى الشرق ومرتفع أبوبيان ـ طرفاوى فى الغرب، وحيث أن المنطقة قد تعرضت لحركات تجديد للبنية الجيولوجية على طول الفترات الجيولوجية التى مرت بها فإن هذا قد ساعد على تكون ظاهرة القباب.

وتأخذ معظم القباب محاور تتركز بين شمال ٧٤° شرق وبين شمال ٨٨° شرق، ويصل متوسط مساحة القباب التى يتضمنها منخفض توشكى ٢,٨٣ كم٢ . ويتراوح قطر القباب مابين ٠,٥ ـ ١,٥ كم وهى تتميز فى المنخفض بأنها ذات أبعاد صغيرة نسبياً، حيث يذكر أبوالعينين (١٩٨٩، ص ٦٥٢) أن القباب الصخرية يبلغ قطر كل واحدة منها بشكل عام ٣ ـ ٨ أميال (أى حوالى ٥ ـ ١٢,٨ كم).



المصدر: تم رسمها من الصور الجوية مقياس (١ : ٥٠٠٠٠

شكل (١٤) : الملامح الجيومورفولوجية لمنخفض توشكى.

ويوجد مظهراً جيومورفولوجيا ثالثاً وهو الأحواض الصحراوية (البولسون)، وهي ظاهرة بنائية تبدو بشكل أحواض صغيرة مغلقة، وتوجد في المنخفض في مواضع مرتبطة بخطوط التصدع التي حدث لها تكسر، وهذه الظاهرة ذات أصل بنائي من نوع المحدبات، ثم نحتت قمم هذه المحدبات ونتج عن ذلك شكل منخفض، ويبلغ انحدار بعض هذه المحدبات ٣٠°، وتصبح منخفضات محددة بصخور وتغطي قيعانها الرمال (Geofizika , 1966, P. 40) .

أما المظهر الجيومورفولوجي الرابع فهو السهول وفرشات الرمال، حيث تمتد الظاهرة على مساحات واسعة بالمنخفض. فهي توجد في شمال غرب المنخفض وفي جنوبه الغربي وبعض المناطق الجنوبية والشمالية الشرقية. ومعظم هذه السهول تكون ذات هيئة مستوية أو مموجة تموجاً خفيفاً. وترجع نشأة هذه السهول أما لعمليات النحت وتخفيض سطح الأرض أو لعمليات الإرساب وتكوين المراوح الفيضية المتقاربة أو المتلاحمة والتي تشكل بذلك سهول البهادا في النهاية.

وقد تغطي بعض السهول الناتجة عن عمليات النحت بفرشات الرمال وبعضها الآخر قد تغطيها التكوينات الحصوية والتي تظهر على هيئة أرصفة صحراوية Desert Pavements خاصة في مناطق أشباه السهول والسهول التي تتعرض لعمليات التجوية والنحت. أما السهول الناتجة عن الإرساب الفيضي فتغطيها الرواسب ذات الأحجام الكبيرة من الأحجار والجلاميد والتكوينات الحصوية وتتركز بوضوح في شمال المنخفض.

ويرتبط بالنوع الأخير من السهول - وهي سهول الإرساب الفيضي - ظاهرة البلايا كما سبق الذكر والتي تتركز في شمال وشمال شرق منخفض توشكي، ويقل وجودها في الجنوب والجنوب الغربي وغرب المنخفض، وهي تتكون في طبوغرافيا مسطحة وفي شكل طبقات أفقية، وتشغل أخفض الأجزاء داخل المنخفض أو في قاع المنخفضات الثانوية التي ينقسم إليها منخفض توشكي خاصة عند أقدام الحافات (El-Shazly et al , 1977, P 57).

ويتمثل المظهر الجيومورفولوجي الخامس في قاع منخفض توشكى في ظاهرة الجزر الجبلية Inslbergs ، وتتوزع فيما بين دنقل وأبوسمبل بشكل واضح حيث يوجد عشرة كتل طولية تنفصل عن بعضها البعض، منها جبل أم شاغر في شمال شرق المنخفض والمكون من الصخور الجرانيتية والذى يتسم بسفوح شديدة الانحدار أيضاً، ومن أشهرها جبل برق السحاب الواقع إلى الشمال الشرقي من جبل أم شاغر، (Geofizika , 1966 , P . 38) وهى كلها تمثل أشكالاً تخلفت عن عملية النحت فى هذه البيئة الصحراوية.

وتعتبر التلال المعزولة الظاهرة السادسة التى ينتشر وجودها فى منخفض توشكى. وتتوزع التلال المعزولة فى الشمال والشمال الشرقى وأقصى الشمال الغربى وفى جنوب المنخفض أيضاً. ويلاحظ إرتباط هذه التلال بالحافات التى تبدو مقطعة بشكل واضح، ويوجد نمط من التلال تعرف بالتلال شبه السلمية Step - like hills وهى من مظاهر النحت بالمنخفض (Ibid., P. 40)، كما فى صورة (١).

أما المظهر الجيومورفولوجي السابع فيتمثل فى الكثبان الرملية والتى تنتشر فى منخفض توشكى على هيئة تجمعات وبأنماط متعددة سواء الكثبان الهلالية أو الكثبان الطولية وكلها تمثل مظهراً من مظاهر الإرساب فوق قاع المنخفض. ويرتبط وجود الكثبان فى المنخفض إما بالسهول الفسيحة وسط المنخفض والتى يشتد بها عمليات النقل والتشكيل، أو تتكون خلف العوائق من التلال والحافات مما يكسبها الهيئة الطولية وتبدو فى شكل حافات رملية كما فى شكل (١٤).

وتعتبر الأودية الجافة المظهر الجيومورفولوجى الأخير والمميز لسطح وجوانب وحافات منخفض توشكى حيث يوجد العديد منها، وكلها ذات نظم صرف داخلى سواء الأودية المنحدرة من حافة سن الكداب نحو الجنوب أو تلك المنحدرة من الحافة الجنوبية والجنوبية الغربية للمنخفض تجاه الشمال. كما توجد مجموعة ثالثة من الأودية تنحدر من المسطحات الصخرية المرتفعة ومن فوق الجزر الجبلية نحو المواضع المنخفضة فى مختلف الإتجاهات.



صورة (١) : التلال المعزولة فى أقصى الطرف الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة.

ومن خلال تحليل خصائص بعض الأودية الجافة فـى منخفض توشكى تحليلاً مورفومترياً وجد أن رتب الأودية تتراوح ما بين الرتبة الثانية والرتبة الرابعة، وإن كانت الرتبة الثالثة هى الأكثر شيوعاً. وقد ذكرا جيستى وشندر (Giusti & Schneider, 1965, P. 1) أن معدل التشعب للأودية يتراوح بين ٢ فى المناطق المستوية أو المموجة وبين ٣ ـ ٤ فى المناطق المرتفعة والجبلية عند هورتون Horton بينما يبلغ متوسط التشعب عند سترهلر ٣,٥، ولذا فإن الغالبية العظمى لمعدلات التشعب لأودية منخفض توشكى تتفق مع المعدلات المذكورة حيث لايشذ إلا وادياً واحداً يبلغ معامل تشعبه ٧ بينما باقى معاملات التشعب لاتزيد عن ٤ كما

فى جدول (١١). كما أن معدل تغير عدد الأودية بزيادة الرتبة تراوحت القيم ما بين -٢,٥ وبين - ٦,٥، ويتضح ذلك من شكل (١٥) وملحق (٢).

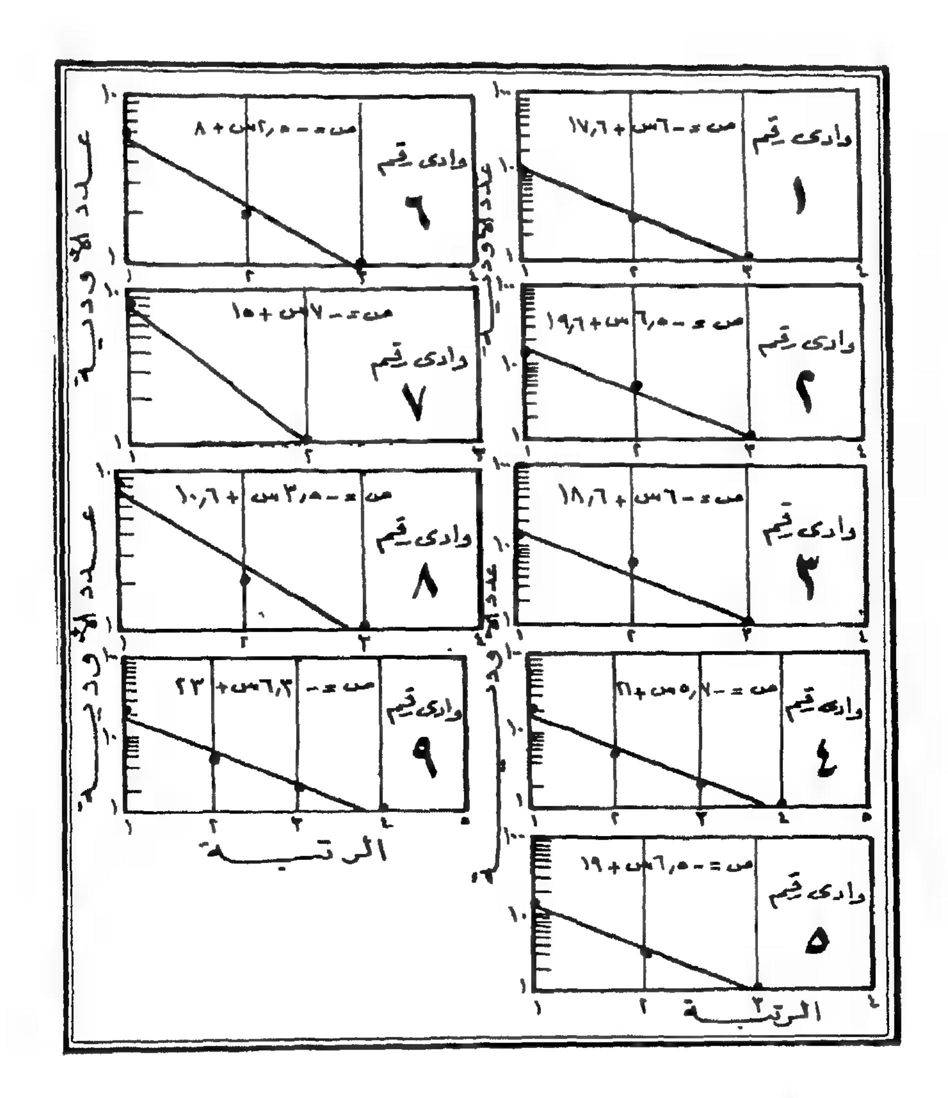
جدول (١١) : متوسط الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.

عدد الحالات	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	طول الشبكة كم	الكثافة كم / كم٢	التكرار وادى/كم٢	درجة الانحدار	مدى معدل التشعب
٩	١١,٠٤	٧,١٥	٥٥,٤	٠,٦١	٠,٣٣	٠,٢°- ١,٢°	٢,٩-٧

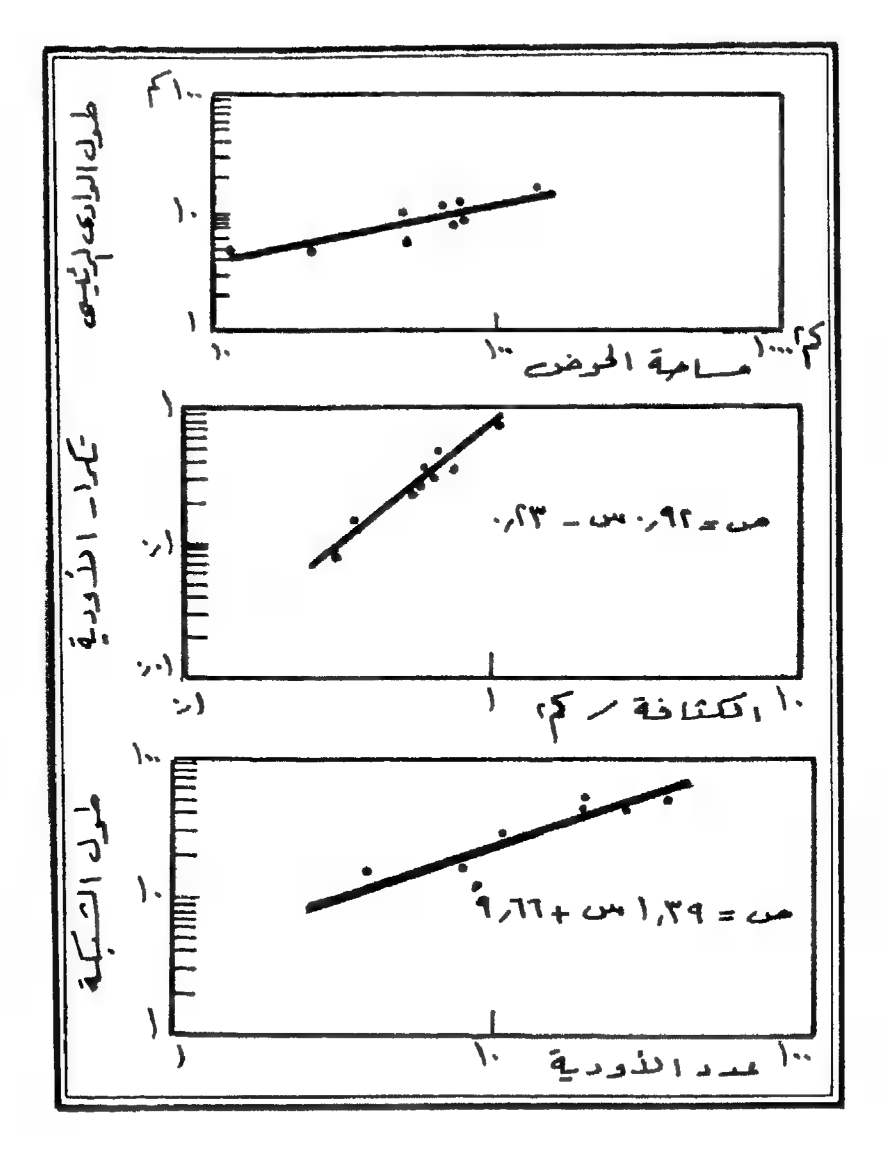
* تم التحليل من الخرائط أرقام ٣٩٧، ٣٧٢، ٢٧٧، ٣٠٠، ٣٧٣، ٢٧٨، ٢٩٩، ٣٧٥، ٢٩٨، ٢٧٩ مقياس ١ / ٢٥٠٠٠

ويبلغ متوسط طول شبكة التصريف للأودية المختلفة بالمنخفض ٥٥,٤كم، وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الأودية تتميز بانخفاض كثافة التصريف بشكل واضح حيث يبلغ متوسط الكثافة ٠,٦١ كم / كم٢، وقد يرجع ذلك إلى كونها أودية صحراوية وان المنطقة تتميز بالجفاف مما قلل من أعداد الأودية نسبياً حيث يقل التكرار إلى ٠,٣٣ وادى / كم٢ أيضاً. وتتصف الأودية بانحدارات خفيفة، حيث يتراوح انحدار المجرى الرئيسى مابين ٠,٢° - ١,٢° كما فى جدول (١١).

وتقل قيمة العلاقة بين الكثافة والتكرار حيث لايزيد معدل التكرار عن ٠,٩٢ مع الكثافة وهو مقدار أقل من نصف المعدل المعتاد وهو ٢، كما فى شكل (١٦) . كما يقل معدل التغير فى طول الوادى الرئيسى للأودية ويلاحظ ذلك من خلال ميل خط الإنحدار بدرجة خفيفة،وتقل قيمة معدل زيادة طول الوادى الرئيسى مع مساحة الحوض فى أودية منخفض توشكى إلى ٠,١كم شكل (١٦)، فى حين يصل هذا المعدل فى بعض المناطق فى العالم مابين ٠,٣ ـ ٠,٦ كم (Masley & Parker, 1973, P. 3123) .



شكل (١٥) : العلاقة بين الرتبة والعدد لأودية منخفض توشكى.



شكل (١٦) : الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.

ولايقتصر تأثير مساحة الحوض على طول الوادى الرئيسى فقط بل يؤثر أيضاً على الطول الإجمالى لشبكة التصريف بالحوض. وقد وجد أن تأثير مساحة الحوض على طول الشبكة لأودية منخفض توشكى يمثل تأثيراً قليلاً حيث بلغ معدل الزيادة فى طول الشبكة مع مساحة الحوض ٠,٣٥ كم فقط باستخدام اسلوب تحليل الانحدار البسيط، وهو معدل يقل إلى ثلث القيمة المعتادة والتى تصل فى الغالب ٠,٨ - ٠,٩ كم وقد يرجع ذلك إلى قلة التساقط وبالتالى ضعف تكوين ونمو شبكات الأودية مما يقلل من الطول الإجمالى لشبكة التصريف بالحوض الواحد. كما يؤثر بطئ الإنحدار أيضاً على إنخفاض الطول الاجمالى لشبكة التصريف.

ويظهر أيضاً ضعف تأثير الخصائص المورفومترية للأودية على طول شبكة التصريف بمنخفض توشكى فى علاقة تأثير عدد الأودية على طول الشبكة. فقد بلغ معدل التغير فى طول الشبكة ١,٣٩ كم مع الأودية، بمعنى أنه إذا زادت أعداد الأودية وادياً واحداً فى الحوض فأن طول الشبكة يزيد بمقدار ١,٣٩ كم تبعاً لذلك كما فى شكل (١٦) وهو معدل يبدو قليلاً كما هو واضح.

* * *

الفصل الثالث

جيومورفولوجية وادى توشكى

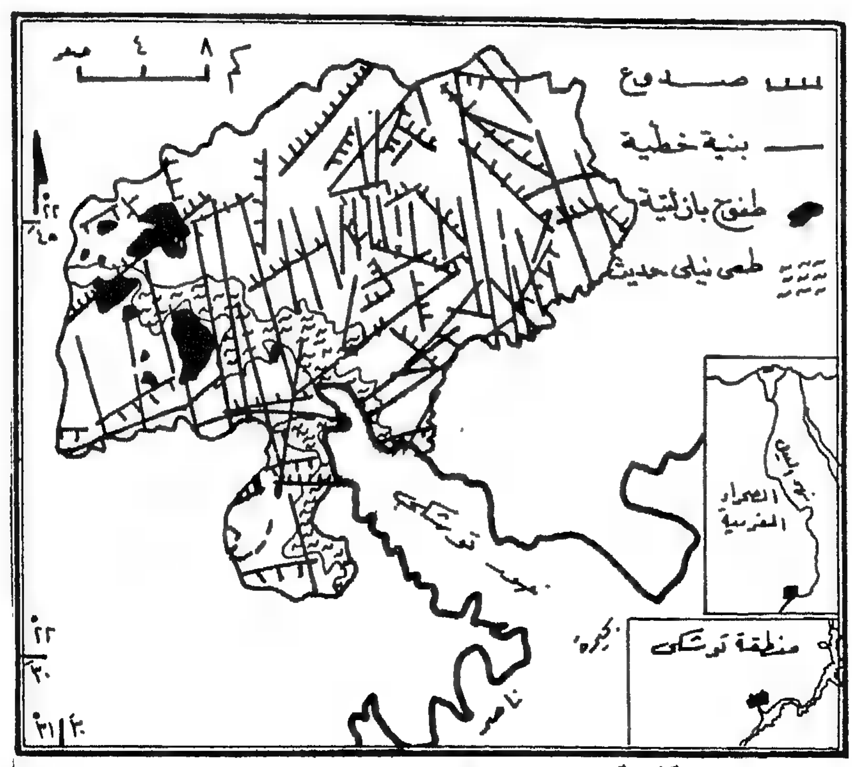
جيومورفولوجية وادى توشكى

يقع وادى توشكى فى أقصى الطرف الشرقى لمنطقة توشكى كما فى شكل (٣) ويوجد واديان يعرف كل منهما باسم وادى أو خور توشكى احداهما شرق بحيرة ناصر والثانى غرب بحيرة ناصر كما فى شكل (١)، وكلاهما ذو نظام تصريف نيلى، وسوف تنصب دراستنا على وادى توشكى الواقع غرب بحيرة ناصر والذى يقع ضمن منطقة توشكى وهى المنطقة المعنية بالدراسة.

وفى هذه الدراسة سوف يتناول الباحث بنية وتطور حوض التصريف، والملامح الجيومورفولوجية المميزة لحوض الوادى، ثم التحليل المورفومترى لشبكة التصريف مقارنة بنظيرتها فى منطقة توشكى من جهة وبتلك الموجودة شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى، ثم دراسة قطاعات الأودية، وقناة مفيض توشكى.

أولاً: بنية وتطور حوض وادى توشكى:

يتميز حوض وادى توشكى بوجود عدد كبير من الصدوع والتى تأخذ إتجاهات متعددة كما فى شكل (١٧). وتحتل الصدوع التى تمتد فيما بين ٥° – ٢٥° غرباً المرتبة الأولى فى عدد الصدوع، وهى تنتمى للنظام الأريترى للصدوع والذى يظهر بوضوح فى وادى كلابشة بمنطقة توشكى؛ وفى وادى العلاقى أيضاً، وتبلغ نسبة هذا الأتجاه ٣٤,٥٪ من جملة عدد الصدوع بالحوض، ولما كان هذا النوع من الصدوع يظهر شرق وغرب بحيرة ناصر أيضاً فأنه يعكس أثر عمليات التصدع التى أصابت منطقة شرق النيل وتشابهها مع نظيرتها فى غرب النيل وأن وادى توشكى يشبه كل من وادى العلاقى شرقاً ووادى كلابشة غرباً فى تأثر نشأته بهذا النظام من الصدوع، والذى نشأ بسبب حدوث عمليات تصدع لصخور القاعدة الأركية (El-Shazly et al., 1977,).



المصدر: مستخرجة من EL Shazly, et al. 1977, Riad, 1978, & Geofizika, 1966. وتجميع الباحث

شكل (١٧) : بنية وتطور حوض وادى توشكى.

وتحتل الصدوع التى تأخذ إتجاها بين ٢٥° شرقاً وبين ٥٥° شرقاً المرتبة الثانية فى الأهمية حيث تبلغ نسبة عددها ٢٨,٦٪ من جملة أعداد الصدوع كما فى جدول (١٢) وهذه الصدوع تنتمى لنظام الأقواس السورية، ويليها فى الأهمية ـ وبالتالى التأثير ـ تلك الصدوع التى تنتمى لنظام بحر تثس والتى تأخذ محاور عامة من الشرق إلى الغرب بحيث تقع ما بين ٧٥° ـ ٩٠° شرقاً وبين ٧٥° ـ ٩٠° غرباً، ويستأثر هذا النظام بنسبة ١٠,٧٪ من جملة عدد الصدوع بالحوض، فى حين يقل نصيب الإتجاهات الأخرى لنظم الصدوع عن ١٠٪ لكل اتجاه رئيسى سواء نظام اتجاه شرق إفريقيا أو نظام اتجاه خليج العقبة أو غيرهما.

وهكذا يتضح أن الاتجاه الأريترى، واتجاه شرق افريقيا واتجاه بحر تتش واتجاه الأقواس السورية للصدوع الموجودة فى حوض توشكى قد تضافرت مع بعضها وأثرت على نشأة شبكة التصريف بالحوض، وهذه الاتجاهات قد تأثرت بالصخور الأركية، وقد تطورت على ظواهر صخور القاعدة الأساسية خاصة الجرانيتية بالمنطقة (El-Shazley et al., 1977, PP. 38, 43, 44).

جدول (١٢) : إتجاهات خطوط البنية الجيولوجية فى حوض وادى توشكى.

نوع الصدوع	اتجاه شرق إفريقيا	اتجاه العقبة	اتجاه الأقواس السورية	اتجاه بحر تتش	الاتجاه الأريترى	اتجاهات أخرى		المجموع
اتجاه الصدوع	٥° ق و ٥° غ	٥° – ٢٥° ق	٢٥° – ٥٥° ق	٧٥° ق – ٩٠° ق	٥° – ٢٥° غ	٢٥° – ٥٥° غ	٧٥° – ٩٠° ع	
عدد الصدوع	٦	٤	٢٤	٩	٢٩	٨	٤	٨٤
٪ من جملة العدد	٧,١	٤,٨	٢٨,٦	١٠,٧	٣٤,٥	٩,٥	٤,٨	١٠٠٪

▪ المصدر : تم حساب الجدول من شكل (١٧) فى حوض وادى توشكى

وقد مر حوض وادى توشكى بتطور جيولوجى وبنيوى متميز. ففى عصر ما قبل الكمبرى وعصر الكمبرى وجدت صخور القاعدة البللورية قبل ترسيب الحجر الرملى النوبى فى الزمن الثانى، ثم تعرضت المنطقة لحركة رفع تكتونى فارتفعت الصخور الأركية وأصبحت كظواهر صخرية ممتدة بمحورشمال شرقى - جنوبى غربى وتمثل كتلة مرفوعة بسبب حدوث وتكون مرتفع نخلاى – إسوان (Awad & El-Sorady, 1987, P 10) كما فى شكل (٥).

وفى عصر الأوليجوسين تعرضت المنطقة لحدوث طفوح بازلتية ولم يكن وادى توشكى قد تكون بعد. وقد تعرضت المناطق الواقعة إلى الجنوب من خط عرض ٢٨°

شمالاً لعوامل نحت وتعرية فى الأوليجوسين والميوسين كما سبق الذكر ومن ثم تعرضت أراضى الحوض إلى النحت والتخفيض (عزت، ١٩٧٤، ص ص ٥ – ٨).

وحينما بدأ حفر وادى النيل فى مصر العليا فى عصر الميوسين على أقدم تقدير - حيث يقطع النهر التكوينات الأوليجوسينية - وتعرضت أيضاً أراضى شمال شرق أفريقية لحركة رفع كرد فعل لنشأة أخدود البحر الأحمر أصبح لنهر النيل روافد ترفد إليه من الشرق والجنوب الشرقى مثل شعيت وخريط والعلاقى وقبقبة فى البلايوسين سواء فى أوائل العصر أو فى آخره (أبو العز، ١٩٦٨، ص ص ١٣٢ – ١٣٣).

وأصبح أيضاً من المحتمل بداية تكون حوض وادى توشكى فى البلايوسين، خاصة بعد حدوث حركة الرفع نخلاى - أسوان فى فترات سابقة، وتكون الخليج البلايوسينى الذى يحتل مجرى النيل الحالى محور هذا الخليج، وأن نظم التصريف شرق بحيرة ناصر لاشك أنها قد بدأت فى التكون فى فترة البلايستوسين نتيجة الأمطار الغزيرة فى العصر البونطى Pontic (المرجع السابق) ، ونتيجة حركة الرفع ظهرت منطقة تقسيم المياه بين وادى النيل شرقاً والمناطق الداخلية التى كانت تمثل مقعراً بنائياً غرباً والذى يعرف بالمنخفض النيلى. ومن هنا يمكن أن نستنتج أن وادى توشكى قد بدأ تكونه فى عصر البلايوسين وتجسم شكل شبكة التصريف واكتمل نظامها فى عصر البليستوسين حيث مارست المياه الناتجة عن الأمطار الغزيرة عملها فى نحت وتخفيض السطح.

ويشير الشاذلى (El-Shazly et al., 1977, P. 30) إلى أن معظم الأودية التى تصرف مياهها نحو نهر النيل وبحيرة ناصر هى أودية تحكم بنائى نتيجة وجود صدوع وكسور كبيرة تأخذ اتجاهاً شرقياً - غربياً واتجاهاً شمالياً غربياً - جنوبياً شرقياً ولذا فأن أمطار عصرى البلايوسين والبليستوسين قد أدت إلى نشأة وادى توشكى حيث سهلت الصدوع عملية النحت بفعل المياه، حيث بلغ عدد الصدوع فى حوض الوادى ٨٥ صدعاً وشكلاً من أشكال الكسور ولذا تبلغ الكثافة ٠,١٢ صدع / كم٢ والتى تبلغ اربعة أمثال كثافة الصدوع فى منطقة الدراسة كلها والتى بلغ بها جملة الصدوع ١٥٤٠ صدعاً(Ibid., P. 34) فى مساحة قدرها ٤٨٩٠٣ كم٢ ولذا فان كثافة الصدوع العامة فى منطقة توشكى لاتزيد عن ٠,٠١٩ / كم٢.

ثانياً : الملامح الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى :

يتميز حوض وادى توشكى بشدة نحته بدرجة كبيرة ولذا تبدو الأشكال الأرضية فى الغالب على هيئة سطح شبه مستوى فوق الحجر الرملى النوبى وتنتشر به التلال المعزولة التى تبدو فى هيئة هضيبات منعزلة شديدة الانحدار Butts والتى تعكس النتاج النهائى لنحت السطح وإزالة جزء كبير من التضاريس (El-Demerdash, 1978, P. 391) واقتراب سطح الحوض من مرحلة شبه السهل.

وتنتشر التلال فى حوض توشكى فى الجنوب والغرب، وفى أقصى الشمال، وفى الوسط الجنوبى للحوض كما فى شكل (١٨) ونظراً لشدة نحت الحوض فأن هذه التلال والهضيبات الصغيرة تظهر بوضوح فى منطقة تقسيم المياه فيما بين حوض وادى توشكى والأحواض المجاورة سواء ذات الصرف النيلى أو ذات التصريف الداخلى بمنطقة توشكى.

ويظهر بسطح حوض تصريف وادى توشكى بعض الحافات التى توجد فى الجزء الأدنى للوادى الرئيسى، كما توجد فى شمال شرق الحوض فى منطقة المحور الرئيسى الذى تم عليه حدوث حركة الرفع نخلاى ـ إسوان السابق ذكرها فى شكل (٥) وتبدو المنابع العليا للوادى فى هيئة خانقية لوجود مثل هذه الحافات، وتتميز الحافات عامة بأنها قصيرة الامتداد وقليلة الإرتفاع.

ويعكس شكل (١٨) أن أراضى ما بين الأودية Interfluves أنها سهول وأشباه سهول مغطاة إما بالحصى والأحجار والجلاميد أو مغطاة بفرشات رملية، وقد تكون أراضى صخرية مموجة. ويلاحظ أن المراوح الفيضية بالحوض قليلة، كما تقل أيضاً الجزر الجبلية نسبياً بسبب شدة نحت التضاريس ولا يوجد الا بعض الجزر الجبلية المميزة مثل قارة الهرم فى أقصى الجنوب والتى ترتفع إلى ٣١٠متراً فى منطقة خط تقسيم المياه بين حوض وادى توشكى والاحواض الواقعة إلى الجنوب منه، وقارة المخروط أيضاً والتى ترتفع إلى ٣٠٦ متر عن مستوى البحر وتقع أيضاً فى منطقة خط تقسيم المياه فى الجنوب الغربى لحوض تصريف وادى توشكى [١].

---

(١) قراءة من خريطة : عرب توشكا، ١٩٩١، مقياس ١ /٥٠٠٠٠ .



المصدر: تم رسمها من الخرائط المصرية (الموزاييك) ١ : ١٠٠٠٠٠.

شكل (١٨) : الملامح الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى.

اما الكثبان الرملية كأحد الاشكال الجيومورفولوجية المميزه لسطح الحوض فتوجد في موضعين اساسيين، الأول يوجد في الوسط الجنوبي فيما بين التلال والأراضي الصحراويه المموجه، أما الموضع الثاني الذي تتوزع به الكثبان الرملية فهو على يمين طريق أبوسمبل - العوينات - حلفا، كما توجد باعداد قليلة في القطاع الأوسط للمجرى الرئيسي لوادي توشكي على يسار المجرى، وهذه الكثبان ترتبط بالعوائق من تلال وهضيبات صغيرة والتي تساعد سهولة السطح فيما وراء هذه التلال والهضيبات على تشكيل الكثبان الرملية والتي أحياناً تتكون بشكل يتعامد على اتجاه مجرى الوادي وتمتد فيما بين الضفتين كما في صوره (٢).



صورة (٢) : الكثبان الرمليه في أعالي روافد الركن الشمالي الغربي لوادي توشكي من النوع الهلالي.

وهكذا يتضح أن عمليات النحت والتخفيض التى أثرت على سطح الحوض وأدت إلى الوصول به أو الاقتراب من مرحلة شبه السهل عملت على قلة التباين فى الظاهرات وقلة تنوعها، وكل هذا يعكس أن سطح الحوض قد اقترب من مرحلة تسوية السطح ووصوله إلى مرحلة النضج وبدايات مرحلة الشيخوخة.

ثالثاً : التحليل المورفومترى لشبكة التصريف :

يمثل التحليل المورفومترى للأودية الطريقة الكمية الدقيقة لوصف أشكال السطح وخصائص الأودية بشكل دقيق، ويمكن اتباع طريقة سترهلر وترتيبه من حيث تحليل الخصائص الخطية أولاً لنظام المجرى ثم الخصائص المساحية والتى تتعلق بعملية النحت ثم نتبعها بالمستوى الثالث للتحليل وهو خصائص تضاريس الحوض (Strahler, 1969, P. 455).

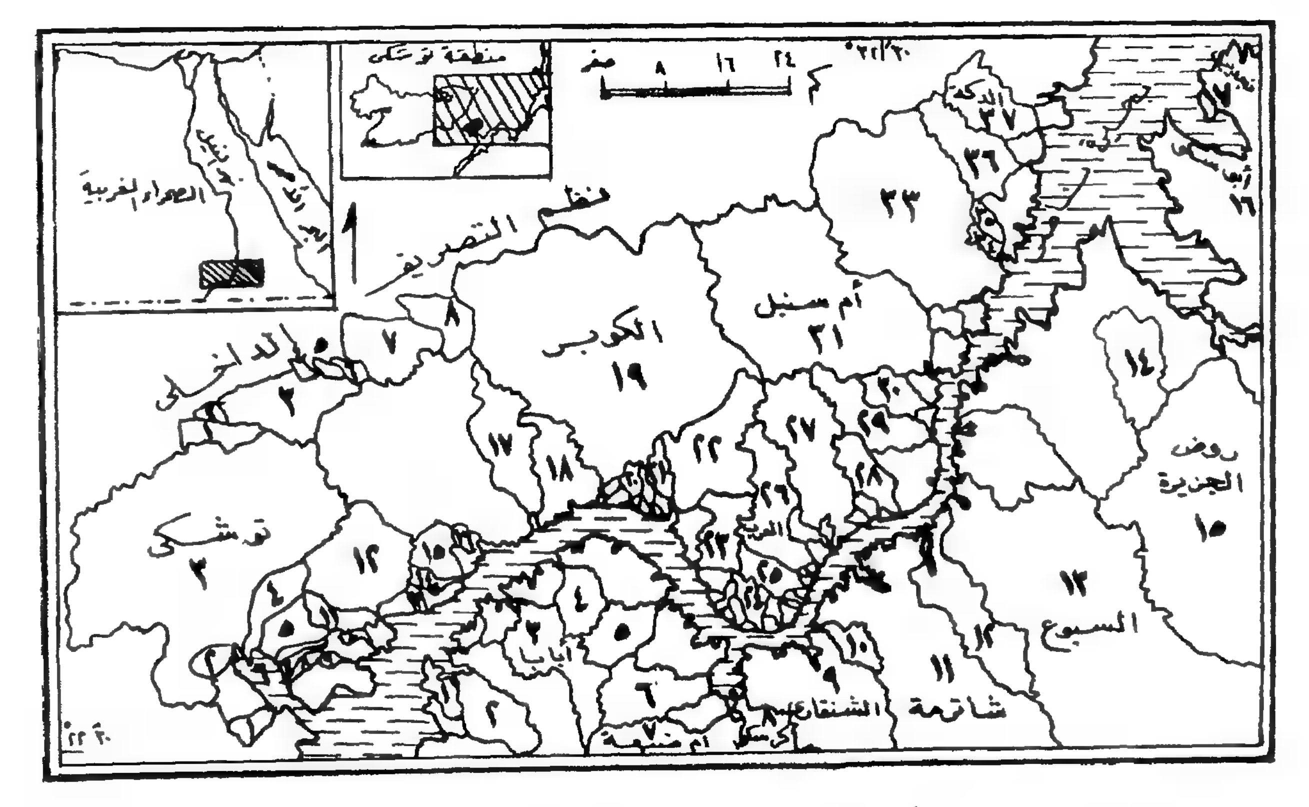
(١) طول الشبكة :

يبلغ طول شبكة تصريف وادى توشكى ٩٢٨,٩ كم كما فى شكل (١٩) وهو بذلك يعتبر من أكبر شبكات التصريف فى النظام الممتد من الحدود المصرية السودانية حتى وادى كلابشة فى غرب النيل. وبمقارنة طوله بأطوال الأودية الرئيسية الواقعة إلى الشمال وإلى الجنوب منه فى منطقة توشكى والتى تصرف مياهها تجاه بحيرة ناصر نجد أن طوله يبلغ ٣ أمثال طول وادى عنيبة، وحوالى ١,٧ مرة قدر شبكة الوادى رقم ٣٣ ويزيد طوله إلى ٧,٦ أمثال قدر طول شبكة وادى الدكة كما فى جدول (١٣) وشكل (٢٠). أما إذا قارنا هذه الأودية بنظم التصريف شرق بحيرة ناصر نجد أنها أقل طولاً بشكل عام، حيث وجد أن هناك ٤٠ وادياً فى منطقة الدراسة من مختلف النظم طول شبكة كل منها أقل من ١٠٠ كم من بين ٥٤ وادياً فى منطقة توشكى بينما أطوال معظم أودية شرق بحيرة ناصر معظمها أكبر من ٢٠٠ كم للوادى الواحد.



المصدر : تم رسمها من خرائط : شرق جبل العصر ، جبل مصمص ، توشكا ، غرب توشكى ١٩٩١ ، ١٩٩٥ ، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ .

شكل (١٩) : شبكة تصريف وادى توشكى.



شكل (٢٠) : مواقع الأودية الرئيسية المدروسة فى منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.

(الارقام دالة على احواض الاودية كما جاءت فى الملاحق ١، ٢، ٣)

(٢) الرتبة والتشعب :

من خلال تطبيق طريقة سترهلر لحساب رتب الأودية والتشعب وجد أن وادى توشكى بلغ الرتبة السادسة ولم يصل هذه الرتبة أى وادى آخر في منطقة الدراسة إلا واديا واحداً هو وادى أم سنبل الواقع فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة فيما بينه وبين وادى الدكة، بينما تقل باقى أودية منطقة الدراسة إلى رتب أقل من ذلك حيث تقل رتبة وادى كوبر إلى الرتبة الخامسة ويصل وادى نجع الجزيرة ووادى العرب ووادى الدكة إلى الرتبة الرابعة فقط.

وبمقارنة رتبة وادى توشكى برتب الأودية الواقعة شرق بحيرة ناصر نجد أنه يماثل الكثير منها والتى تصل إلى الرتبة السادسة حيث تبلغ رتبة أودية كرسكو وشاترمة والسبوع إلى نفس الرتبة وتقل باقى أودية شرق بحيرة ناصر إلى الرتبة الخامسة وإن كان القليل من أودية شرق بحيرة ناصر يقل فى رتبته إلى الرتبة الرابعة مثلما الحال فى وادى أبوحنضل.

جدول (١٣) : طول شبكة تصريف وادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية الأخرى على جانبى بحيرة ناصر.

غرب النيل			شرق النيل		
منطقة توشكى			منطقة شرق بحيرة ناصر		
اسم الوادى	طول الشبكة كم	القيمة النسبية	اسم الوادى	طول الشبكة كم	القيمة النسبية
توشكى	٩٢٨,٩	١	كرسكو	٢٣٩	٣,٨٨
عنيبة	٣٠٠	٣	شاترمة	٥٩٧	١,٥٥
الكوبر	٨١٠	١,١٤	السبوع	٩٧٠	٠,٩٥
أم سنبل	٥٩٨	١,٥٥	مارية	٦١٤	١,٥١
رقم ٣٣	٥٤٦,٥	١,٧	نجديب	٤٧٥	١,٩٥
الدكة	١٢١	٧,٦	أبوسكو	٣٧٨	٢,٤٥

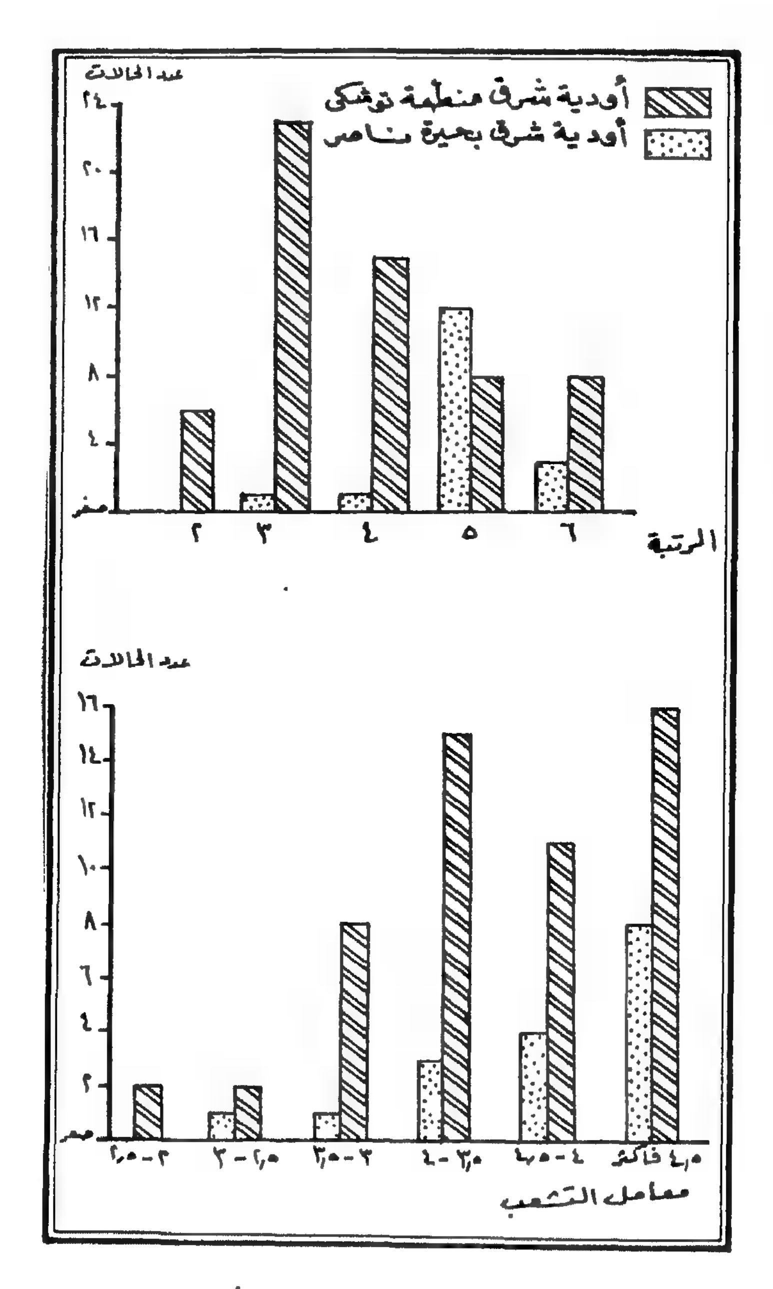
* من حساب الباحث من الخرائط ١ /٥٠٠٠٠ و ١ / ١٠٠٠٠٠ ، والقيمة النسبية قياسا على وادى توشكى.

جدول (١٤) : التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقة توشكى مقارنة بأودية شرق بحيرة ناصر.

الرتبة	أودية منطقة توشكى	أودية شرق بحيرة ناصر	معامل التشعب	أودية منطقة توشكى	أودية شرق بحيرة ناصر
٢	٦	-	٢ – ٢,٥	٢	–
٣	٢٣	١	٢,٥ – ٣	٢	١
٤	١٥	١	٣ – ٣,٥	٨	١
٥	٨	١٢	٣,٥ – ٤	١٥	٣
٦	٢	٣	٤ – ٤,٥	١١	٤
-	-	-	٤,٥ فأكثر	١٦	٨
المجموع	٥٤	١٧	—	٥٤	١٧

ويتضح من خلال التوزيع التكرارى لرتب الأودية شكل (٢١) وجدول (١٤) أن رتب أودية منطقة توشكى كلها والبالغ عددها ٥٤ وادياً تميل إلى الإنخفاض فى رتبة الوادى الرئيسى حيث أن القيمة الأكثر شيوعاً هى الرتبة الثالثة ثم تقل أعداد الأودية الأعلى فى الرتبة حتى نصل إلى الرتبة السادسة. وبذلك تختلف أودية منطقة توشكى عن الأودية شرق بحيرة ناصر حيث أن القيمة المنوالية (وهى القيمة الأكثر شيوعاً) فى الأودية الأخيرة هى أودية الرتبة الخامسة وتقل أعداد الأودية بعد ذلك بوضوح كلما اتجهنا إلى الرتب الأقل سواء الرتبة الرابعة أو الثالثة وهذا يعكس اتجاه أودية منطقة توشكى نحو الانخفاض بشكل عام واتجاه أودية شرق بحيرة ناصر على الجانب المقابل نحو الزيادة فى رتب الأودية بشكل عام.

وقد وصل معامل تشعب وادى توشكى إلى ٤,٩٤ وتقع هذه القيمة فى مدى القيم التى ذكرها سترهلر وهى بين ٢,٢٥ – ٤,٧٥ (Shreve, 1966, P. 22) ولذا فهو معامل ذو قيمة عادية ولايشذ مثل غيره من الأودية. كما أنه يشابه معامل تشعب أودية منطقة شرق بحيرة ناصر حيث يتراوح معامل تشعبها ٢ – ٥ كما فى جدول (١٤). وهو يشابه أودية كثيرة بها مثل أباباء وأبو حنضل، كرسكو والدخلانية



شكل (٢١) : التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.

وشاترمة ومارية والتى يصل معامل تشعبها بين ٤ وأقل من ٥ ، كما أنه يطابق تقريباً فى معامل تشعبه وادى السبوع الذى يبلغ معامل تشعبه ٤,٩٢، ويشابه وادى نجديب الذى يبلغ معامل تشعبه ٤,٩٣، كما يتراوح معامل تشعب أودية شرق بحيرة ناصر ما بين ٢,٦٥ - و ٥,١٣ أيضاً.

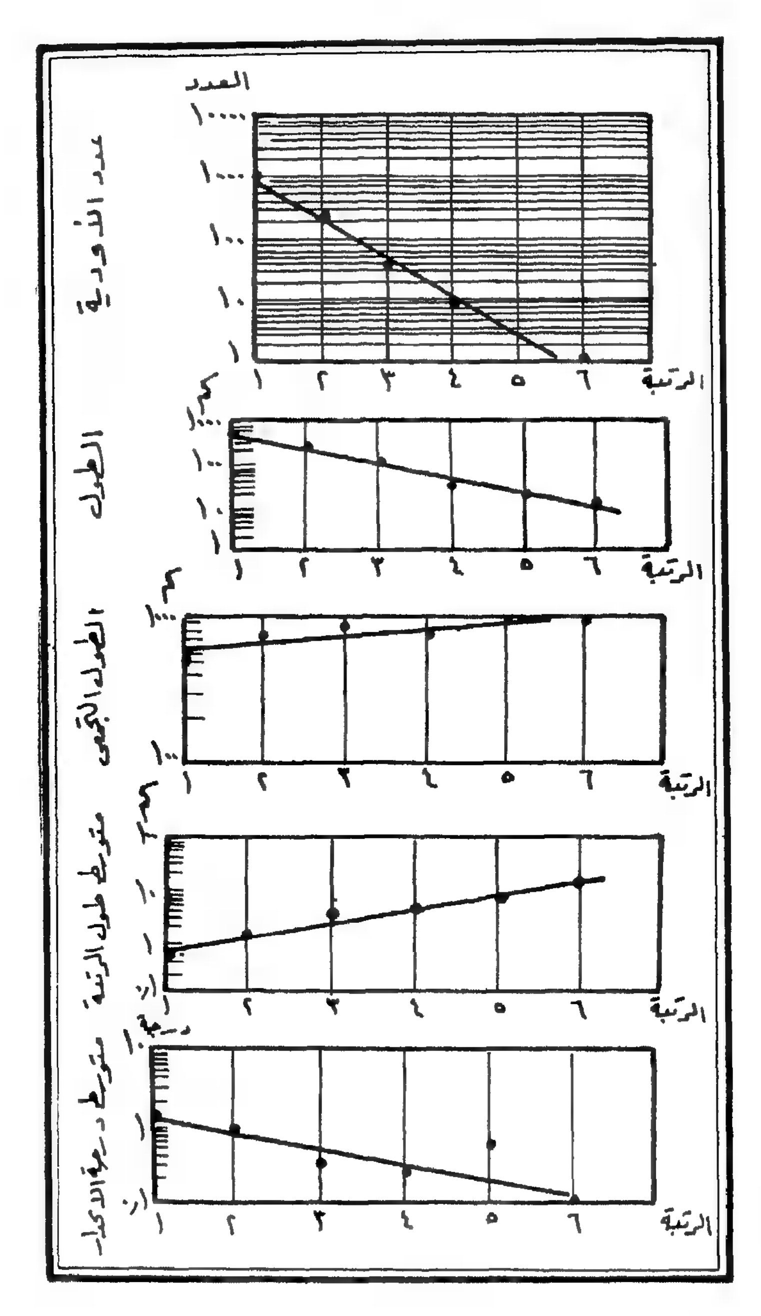
ويلاحظ من شكل التوزيع التكرارى لمعامل التشعب أن أودية منطقة توشكى ذات منوالين أو لها قيمتين أكثر شيوعاً من غيرهما وهما القيمة بين ٣,٥ - ٤ والقيمة الأكبر من ٤,٥، فى حين يكون لأودية شرق بحيرة ناصر قيمة واحدة شائعة لمعامل التشعب وهى الأكبر من ٤,٥، وإن كانت تتشابه المنطقتين فى قلة أعداد الأودية التى يكون معدل تشعبها ٣ أو أقل من ذلك.

(٣) العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى :

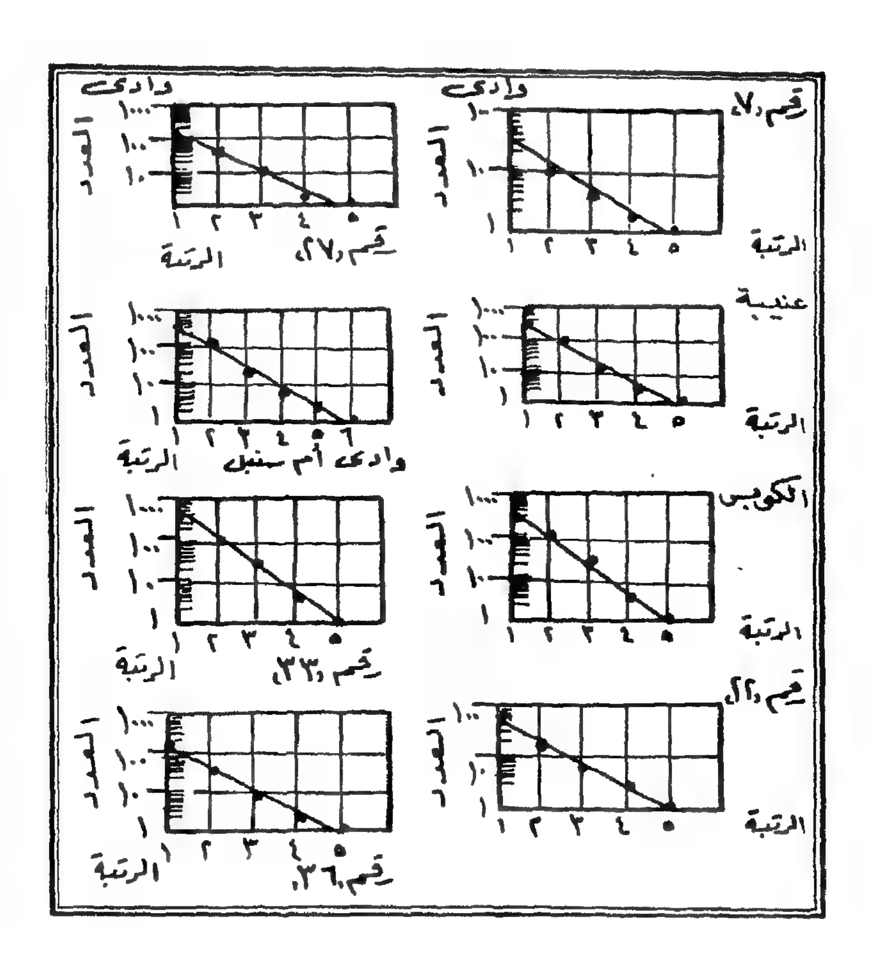
(أ) الرتبة والعدد :

يستخدم اسلوب تحليل الانحدار الخطى البسيط Simple Regression Analysis لتحليل العلاقة بين الرتبة والعدد، وبتطبيقه وجد أن معدل التغير فى عدد الأودية فى حوض وادى توشكى مع الرتبة قد بلغ -١٧٣,٨ وادياً والذى يعنى أنه كلما زاد الوادى رتبة واحدة قل عدد الأودية بمقدار ١٧٣,٨ وادياً بالاتجاه للرتبة الأعلى، وأن العلاقة عكسية بينهما، ويلاحظ أن نقط التوزيع تتجمع حول الإنحدار العام كما فى شكل (٢٢).

ويحتل وادى توشكى المرتبة الأولى فى معدلات تغير عدد الأودية بالحوض مع الرتبة إذا قورن بالأودية الأخرى فى منطقة الدراسة كما فى جدول (١٥) وشكل (٢٣) حيث يبلغ معدل التغير ١,٧ مرة قدر الوادى الذى يليه فى المعدل وهو رقم ٣٣ الذى بلغ المعدل به -١٠١,٣ ، ويلاحظ أن معدل تغير عدد الأودية مع الرتبة بأودية منطقة توشكى يتراوح بين -٥ وبين ١٧٣,٨ وادياً بحيث تقل أعداد الأودية بالاتجاه الى اعلى رتبة داخل الحوض الواحد بنفس هذا المقدار.



شكل (٢٢) : التحليل المورفومترى لشبكة تصريف وادى توشكى.



شكل (٢٣) : تحليل العلاقة بين الرتبة والعدد للأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.

ويفوق معدل التغير فى الأودية مع الرتبة لوادى توشكى أيضاً المعدلات التى سجلتها الأودية شرق بحيرة ناصر، حيث تراوح معدل التغير بالأودية الرئيسية قيمة ما بين –٢٦,٢ وادياً كأقل قيمة وبين – ١٣٧,٩ كأكبر قيمة كما فى جدول (١٥) وقد يرجع ذلك إلى سببين، الأول هو وصول وادى توشكى إلى الرتبة السادسة بحيث قد تتشابه معه بعض الأودية على جانبى بحيرة ناصر سواء فى منطقة توشكى أو شرق البحيرة فى الرتبة ولا يتفوق عليه أى وادى من الأودية المقارنة فى الرتبة مما يجعله يتضمن عدداًكبيراً من الأودية بزيادة رتبته مما يؤدى فى النهاية إلى انخفاض قيمة عدد الأودية بدرجة كبيرة كلما زادت الرتبة بشكل كبير، وقد يكون لهذا تأثيراً جزئياً.

جدول (١٥) : معدل تغير أعداد الأودية مع الرتبة لوادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية على جانبى بحيرة ناصر.

غرب بحيرة ناصر			شرق بحيرة ناصر		
منطقة توشكى					
اسم الوادى	معدل التغير	الترتيب	اسم الوادى	معدل التغير	الترتيب
توشكى	– ١٧٣,٨	١	توشكى شرق	– ٢٥,٤	١٤
عنيبة	– ٦٧,٦	٤	كرسكو	– ٧٠	٦
الكوبر	– ٨١,١	٣	شاترمة	– ١٣٢,٨	٢
أم سنبل	– ٦٤,٦	٥	السبوع	– ١٣٧,٩	١
رقم ٣٣	– ١٠١,٣	٢	مارية	– ٨٦,٩	٣
الدكة	– ٣٥	٧	تجديب	– ٦٧,٣	٧
العرب	– ٢٣,٦	٩	أبوسكو	– ٢٦,٢	١٢
—	—	—	أبابا	– ٧٢,٢	٤
جملة عدد الأودية المقارنة	٣٧	٣٧	—	١٧	١٧
مدى المعدل	من –٥ إلى –١٧٣,٨		من –٤ إلى –١٣٧,٩		

أما السبب الثانى فى زيادة معدل تغير الأودية فى حوض توشكى مع الرتبة فيتمثل فى وجود أودية وروافد معظمها ذات تحكم بنائى مما يزيد من أعداد الأودية ذات الرتب الأقل دائماً مقارنة بأعداد الأودية للرتب الأعلى منها داخل الحوض وينتج عنها فى النهاية اعداد هائلة من الأودية ذات الرتبة الأولى والثانية وقلة أعداد الأودية ذات الرتبة الرابعة والخامسة (مع العلم بأن الرتبة السادسة يمثلها وادياً واحداً هو الوادى الرئيسى) وبذلك يقل المعدل بدرجة كبيرة ليصبح من أكبر المعدلات، خاصة إذا عرفنا أن كثافة الصدوع والملامح البنائية بالحوض عالية مقارنة بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر.

(ب) الرتبة والطول :

يذكر أبو العينين أن إجمالى طول الرتبة الواحدة للأودية تقل بزيادة الرتبة (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ٤٥٥) ويبلغ معدل تغير طول الرتبة فى وادى توشكى -٩٢,٦كم وهى قيمة كبيرة ويرجع ذلك إلى الزيادة الواضحة لأطوال أودية الرتبة الأولى كما فى شكل (٢٢) وزيادة أطوال أودية الرتبة الثانية عن أطوال أودية الرتبة الثالثة بشكل كبير مع قصر طول المجرى الرئيسى وهومن الرتبة السادسة مما جعل اتجاه العلاقة اتجاهاً عكسياً أو سلبياً، ويحكم ذلك تلك الصدوع التى تحكمت فى نشأة وتكوين الأودية من الرتبة الأولى والثانية فزادت أطوالها بينما يبدو التحكم الصدعى فى وادى الرتبة السادسة وأن كان واضحاً إلا أنه قصير الطول وتصب فيه أودية شبه متوازية من الرتب ٣، ٤، ٥ بمحاور شمالية شرقية - جنوبية غربية مما يزيد من جملة أطوالها قياساً على طول الوادى من الرتبة السادسة.

وبتحليل العلاقة بين الرتبة والطول المتجمع للرتبة وجد أن معدل التغير فى الطول يبلغ ٧,١٢ كم بزيادة الرتبة. ومن حيث معدل التغير باستخدام متوسط طول الرتبة مع الرتبة يذكر أبو العينين أن هورتون قد لخص العلاقة بين طول النهر ومرتبته بأن "متوسط طول المجرى يزداد بنسبة تقدر تقريباً بثلاثة أمثال طولها كلما زادت مرتبة المجرى" (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ٤٥٦). وبالتحليل الإحصائى

لوادى توشكى وجد أن هذا المعدل يبلغ ٢,١٨ كم مع الرتبة، أى أقل من ثلاثة أمثال حسبما أشار أبو العينين، وقد يرجع ذلك إلى القصر النسبى لأطوال أودية الرتب الأربعة الأولى نسبياً كما فى جدول (١٦) والذى يتراوح بين ٠,٤٧٦ و ٣,٨١ كم مما قلل من المعدل العام للتغير وأصبح لايزيد عن ٢,١٨ كم للرتب المختلفة فى وادى توشكى.

جدول (١٦) : العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى لوادى توشكى.

الرتبة / الخاصية	١	٢	٣	٤	٥	٦	معدل التغير
الطول كم	٥١٣,٧	٢٣٩	١١٠,٩	٣٤,٣	١٨,٥	١٢,٥	٩٢,٦-
الطول المتجمع كم	٥١٣,٧	٧٥٢,٧	٨٦٣,٦	٧٨٧,٩	٩١٦,٤	٩٢٨,٩	٧١,٢
متوسط الطول كم	٠,٤٧٦	١,٠٥٧	٢,٩٩	٣,٨١	٦,١٧	١٢,٥	٢,١٨
متوسط درجة الانحدار	١,٢٨	٠,٨٦	٠,٣٢	٠,٢٤	٠,٥٤	٠,٠٧	٠,٢-
عدد اودية الرتبة	١٠٧٨	٢٢٦	٣٧	٩	٣	١	١٧٣,٧-

(ج) الرتبة وانحدار المجرى :

يقل متوسط درجة انحدار شبكة وادى توشكى كلما زادت الرتبة بمعدل يصل إلى ٠,٢ درجة كما فى شكل (٢٢) ويشير أبو العينين إلى استخدام نسبة الانحدار وليست درجة الانحدار وان قيمة المعدل تقل عن ٠,١ والقيمة المتوسطة هى بين ٠,٣ و ٠,٦ (المرجع السابق ص ٤٨٥) أى ما بين ١٧ - ٣٥° تقريباً، ولكن المعدل فى منطقة الدراسة لايزيد عن الدرجة الواحدة، ويرجع ذلك إلى بطئ انحدار شبكة تصريف وادى توشكى بشكل عام وبالتالى يصبح معدل التغير صغيراً، والذى يعكسه متوسط درجة انحدار الرتب والذى يتراوح مابين ١,٢٨° وبين ٠,٠٧ من الدرجة للرتبة الأولى والرتبة السادسة على التوالى.

(٤) الكثافة وتكرار المجرى :

تبلغ كثافة تصريف وادى توشكى ١,٣٦ كم/ كم٢ حيث تبلغ مساحة الحوض ٦٨٣,٤كم٢ وتمثل ١,٣٩٪ من جملة مساحة المنطقة. ومن المعروف أن الكثافة فى الطبيعة تتراوح بين ١ ـ ١٠٠٠ كم (Leopald , 1964, P. 142 - 143) وعلى ذلك فأن الكثافة فى وادى توشكى تسجل قيمة منخفضة نسبياً، وقد يرجع ذلك إلى وجود صخور أركية فى حوض التصريف مثل الصخور الجرانيتية والطفوح البركانية، وهى صخور منخفضة فى كفاءة تسرب المياه وينتج عن ذلك انخفاض الكثافة فى النهاية (Cooke & Warren, 1973, P. 151). كما أن الظروف المناخية الحالية وسيادة الجفاف فى عصر الهولوسين من العوامل المسببة فى إنخفاض الكثافة.

ولايقتصر انخفاض الكثافة فى وادى توشكى على ظروفه الخاصة بل نجد أن الكثافة منخفضة إذا قورن بالأودية الأخرى فى شرق منطقة توشكى، حيث يحتل الترتيب رقم ٣٠ بين مجموعة الأودية البالغ عددها ٣٧ وادياً فى الكثافة، وهى أودية التصريف النيلى حيث تزيد الكثافة نسبياً فى وادى عنيبة إلى ٢,٣٢ كم / كم٢ وفى وادى أم سنبل إلى ١,٤٢ كم / كم٢، وفى وادى الدكة ١,٧٦ كم / كم٢، ويلاحظ أن كثافة التصريف عامة فى منطقة توشكى ـ إلى الغرب من بحيرة ناصر ـ تتراوح بين ٠,٥ ـ ٥,٠٥ كم / كم٢ وهى أعلى نسبياً من كثافة الأودية شرق بحيرة ناصر والتى تتراوح بين ٠١٥ ـ ٤,٧٨ كم / كم٢ حيث سجل وادى كرسكو قيمة تبلغ ٠,١٥ كم / كم٢.

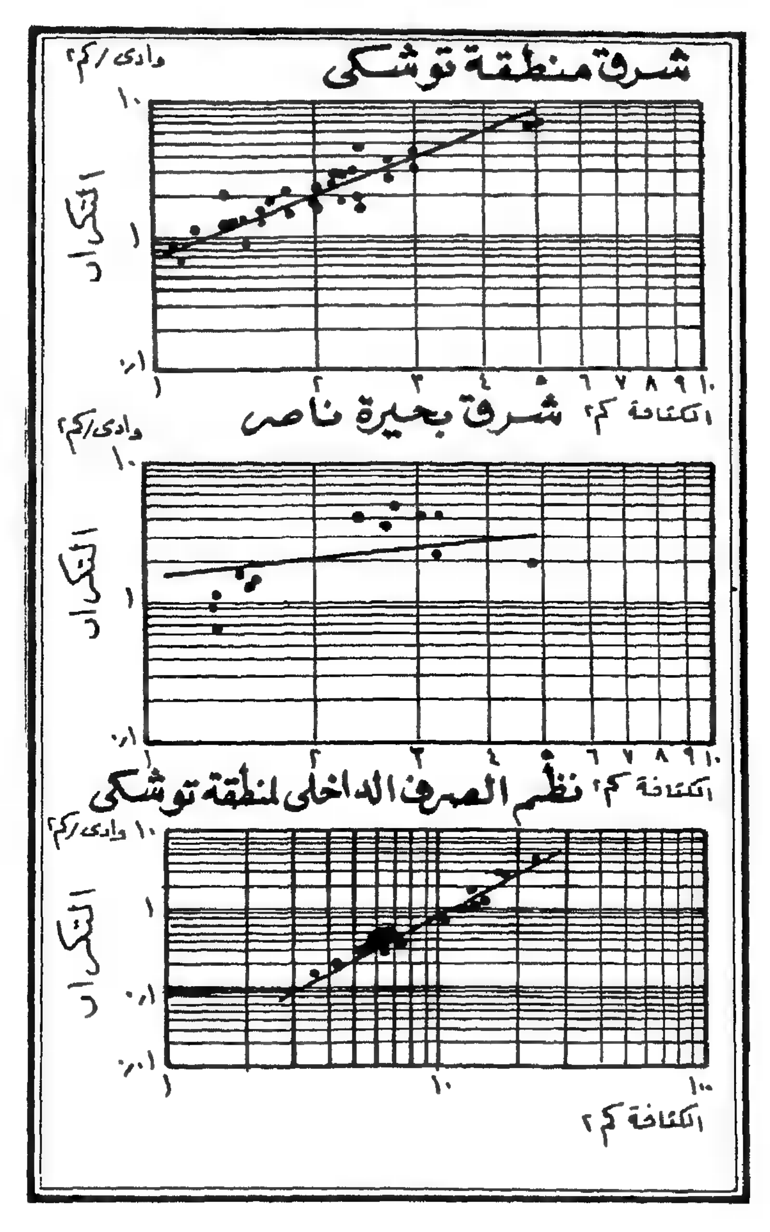
وترتفع قيمة تكرار الأودية نسبياً فى حوض وادى توشكى بمقارنتها بالأودية الأخرى شرق منطقة توشكى. فعلى الرغم من ان قيمة التكرار بالوادى تبلغ ١,٩٨ وادى / كم٢ إلا أنه يحتل الترتيب رقم ١٦ بين مجموعة الأودية شرق توشكى والبالغ عددها ٣٧ وادياً، وتزيد عنه قيمة التكرار فى أودية عنيبة (٣,٠٩ كم/ كم٢) وفى وادى الدكة ٢,١٣ وادى / كم٢، ويرجع ذلك إلى زيادة أطوال أودية الرتبة الأولى وبالتالى قلة العدد نسبياً قياساً على المساحة. ويتراوح المدى لقيم التكرار فى شرق منطقة توشكى بين ٠,٣٦ ـ ٦,٦٦ وادى / كم٢، ويزيد هذا المدى نسبياً عن

مدى قيم تكرار أودية شرق بحيرة ناصر التى تتراوح قيم تكرار الأودية بأحواضها ما بين ٠,٣٦ ــ ٤,٩٥ وادى / كم٢ حيث توجد القيمة الأولى فى وادى كرسكو والقيمة الثانية فى وادى أبو حنضل، ومن هنا فان قيم التكرار فى وادى توشكى تمثل قيمة متوسطة قياساً على أودية شرق منطقة توشكى من جهة وقياسا على أودية شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى كما فى ملحق (١) و (٣).

ولما كانت قيم الكثافة تتميز بالانخفاض النسبى فأن هذا قد أثر على قيم التكرار. ويتضح ذلك من تحليل العلاقة بينهما بأسلوب الانحدار الخطى البسيط والذى يبين أن معدل التغير فى التكرار فى شرق منطقة توشكى بلغ ١,٤ وهىقيمة مرتفعة نسبياً إذا قورنت بالمعدل الذى سجلته الأودية شرق بحيرة ناصر والذى بلغ ٠,٧٨ ، وان كانت تزيد هذه القيمة فى أودية نظم الصرف الداخلى كلها بمنطقة توشكى متضمنة منخفض توشكى إلى ١,٨٧ كما فى شكل (٢٤) وهى تقترب من القيمة العادية وهى (٢) وهذا يعنى أن انخفاض الكثافة بمنطقة الدراسة انعكس على قيم التكرار وأصبحت منخفضة أيضاً وقل معدل تغيرها من وادى لآخر.

(٥) شكل الحوض :

بلغ معامل عرض الحوض بالنسبة لطول الحوض ٠,٥٩ ، فى حين بلغ معامل الاستدارة لحوض وادى توشكى ٠,٥٤ ، وحيث أن ملتون (Melton , 1958, P. 38) قد ذكر بأن قيمة معامل الاستدارة تتراوح غالباً بين ٠,٢٩ - ٠,٩٦ فأن حوض وادى توشكى يبدو أنه يميل إلى الإستدارة نسبياً حيث يبلغ طول الحوض ٤٠ كم واتساعه ٢٣,٦ كم، ويحتل الرتبة ١١ بين أودية شرق منطقة توشكى البالغ عددها ٣٧ وادياً، وتزيد قيمة معامل الاستدارة له عن المتوسط العام لهذه الأودية حيث بلغ المتوسط ٠,٤ كما نجد أن معامل استدارة حوضه يزيد أيضاً عن متوسط نفس المعامل لأودية شرق بحيرة ناصر التى يتراوح معامل استدارتها ما بين ٠,٠٨ - ٠,٥٥ وبمتوسط قدره ٠,١٦.



شكل (٢٤) : العلاقة بين الكثافة وتكرار الأودية فى منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.

ويبلغ معامل استطالة حوض وادى توشكى ٠,٤٣ والذى يعبر عنه بمقدار المساحة مقسومة على مربع طول الحوض (Petts, 1983, P. 67) وتعكس هذه القيمة أن الحوض يميل نسبياً إلى الأستطالة ولكنه ليس مستطيلاً وأن الحوض أميل إلى الاستدارة منه إلى الاستطالة.

(٦) تضاريس وانحدار الحوض :

يبلغ الارتفاع فى حوض وادى توشكى ١٣٦ متراً والذى يمثل فارق الارتفاع فى منسوب الحوض، كما يبلغ معدل التضرس ٣,٨٣ والذى يقل بشكل واضح عن المتوسط العام لمعدل التضرس لأودية شرق منطقة توشكى والذى بلغ ١١,٨، كما أنه يمثل أدنى القيم لأودية شرق منطقة توشكى التى يتراوح بها المعدل ما بين ٣,٨٣ – و ٢٨,٢٨ .

أما التضاريس النسبية وهى مقدار الارتفاع مقسوماً على محيط الحوض (تراب ١٩٨٨ نقلاً عن Melton, 1957) فلا يزيد المعامل عن ١,٠٠٧ وبذلك يتضح أن معدل التضرس والتضاريس النسبية فى حوض توشكى كلاهما تمثل نسب قليلة وهذا يعكس قلة انحدار السطح، وأنه ليس شديد التضرس مقارناً بالنسبة لمحيط الحوض أو مناطق تقسيم المياه، ويظهر ذلك أيضاً من القطاعات التضاريسية شكل (١٣) حيث نحتت المناطق الموجودة فى أعالى الحوض والتى توجد على محور ارتفاع نخلاى ـ أسوان وبشكل اضح ومكثف، بينما فى مناطق الصخور الأركية بالأتجاه شرقاً تصبح هيئة القطاع الطولى محدبة إلى مستقيمة بينما فى الجزء الأعلى يكون شديد النحت والجزء الأوسط ذو قمم محدبة تعكس إزالة أجزاء كبيرة من السطح وتخلف كتل جبلية معزولة أو جزراً جبلية واضحة كما فى شكل (١٣).

ويبلغ متوسط درجة انحدار حوض توشكى ٠,٣ درجة، وتقل درجة انحدار المجرى الرئيسى عن ذلك بشكل واضح. وبتطبيق نسبة الانحدار (وهى انحدار المجرى ÷ انحدار الحوض) والتى طبقها سترهلر (Strahler, 1972, P. 231) وجد أن القيمة فى حوض توشكى تبلغ ٠,١ ، ولما كانت نسبة الانحدار ٤:١ إلى ٥:١ فى الانحدرات القليلة وتزيد إلى ٢:١ فى الانحدارات الكبيرة (Ibid) لذا فأن نسبة

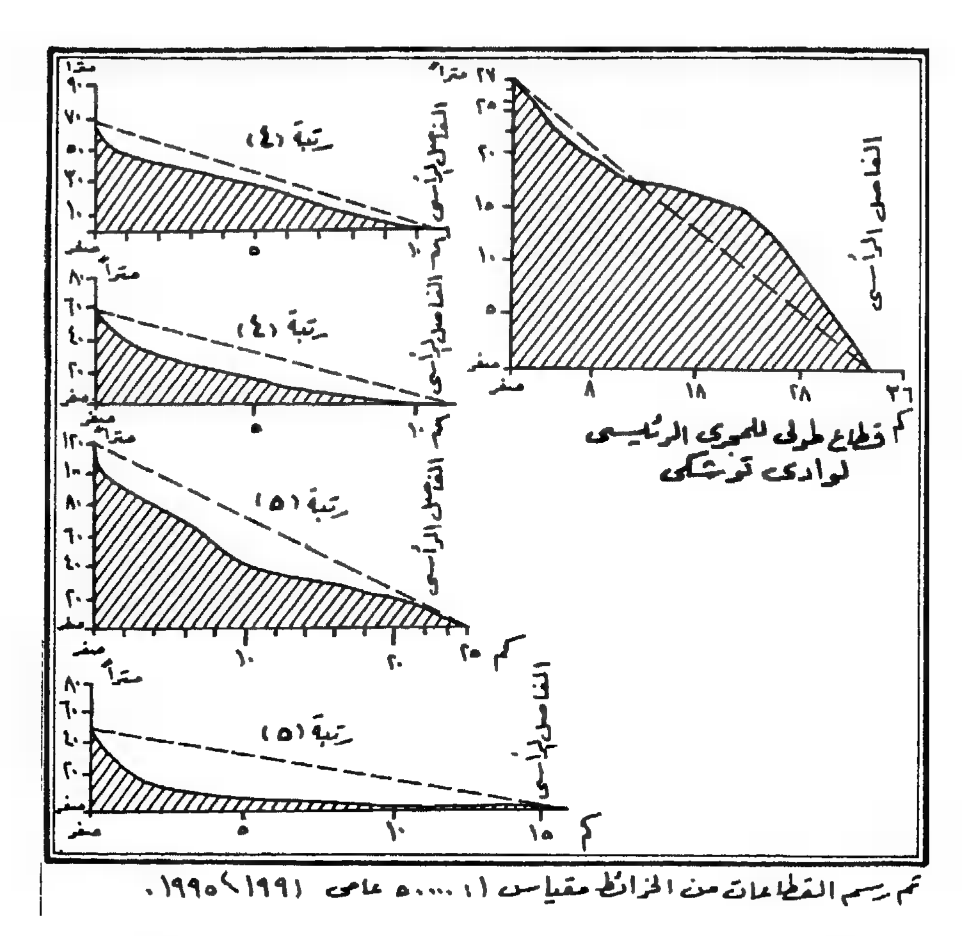
الانحدار بهذه الطريقة فى حوض وادى توشكى تصبح قليلة لأنها أقل من ١:٤ وتعكس قلة الانحدار بالحوض عموماً .

وقد وصلت قيمة الوعورة فى حوض وادى توشكى ٠,١٨٥ وبهذا تبدو قيمة الوعورة قليلة، أما التكامل الهبسومترى حسب الطريقة التى أوردها مصطفى (١٩٨٢، ص ٢١٧) وهى مساحة الحوض (كم٢) بالنسبة لارتفاعه (بالمتر) فوصل فى حوض توشكى ٥,٠٢ ، ولما كانت قيمة التكامل هى من صفر – ١٠٠ تعكس الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف (تراب، ١٩٨٨، ص ٨٦) فإن هذه القيمة تعكس أن حوض وادى توشكى قد قطع شوطاً كبيراً نسبياً فى دورة النحت والتعرية وتخفيض سطح الحوض حيث ترتفع قيمة التكامل المساحى نسبياً.

(٧) القطاعات الطولية للأودية :

يعتبر القطاع الطولى من الجوانب الأساسية للتحليل الجيومورفولوجى للمجرى، ويعكس القطاع الطولى مقدار ما نحته المجرى من التضاريس، وقد تم رسم بعض القطاعات للأودية الرئيسية ذات الرتبة من ٤ – ٥ ويلاحظ أنها تعكس نحت المجرى للتضاريس، وأن معدلات نحت الوادى تختلف باختلاف الرتبة ، حيث وجد أن الوادى من الرتبة الخامسة قد نحت التضاريس بدرجة أكبر من وادى الرتبة الرابعة، ويتضح ذلك من شدة تقعر قطاع أودية الرتبة الخامسة، ويلاحظ أنها قد وصلت إلى مرحلة التوازن والتى توضحها القطاعات التى نحتت وأصبحت بشكل مقعر بخفة والتى يشار إليها بأنها مجارى متوازنة (Small, 1985, PP. 50 - 51).

وقد طبق الباحث مؤشر أو معامل التقعر The Index of Concavity حسب طريقة ليوبولد وآخرون (Leopold et al., 1964, P. 278) . ويشير ليوبولد إلى أن القيمة تراوحت بين صفر و ٠,٣٨ فى ١٢ نهراً عالمياً، وأن معامل تقعر القطاع الطولى لنهر النيل بلغ ٠,٣٥ (Ibid., P. 279) وقد أظهرت النتائج أن قيمة معامل التقعر لواديى الرتبة الرابعة فى حوض توشكى بلغت ٠,١٧ و ٠,٤٨ كما فى شكل (٢٥) وبلغت القيمة فى أودية الرتبة الخامسة إلى ٠,٤ و ٠,٦٧ ولذلك فأن المتوسط لرتبتى الدرجة الرابعة والخامسة تصل ٠,٣٣ و ٠,٥٣ على التوالى.



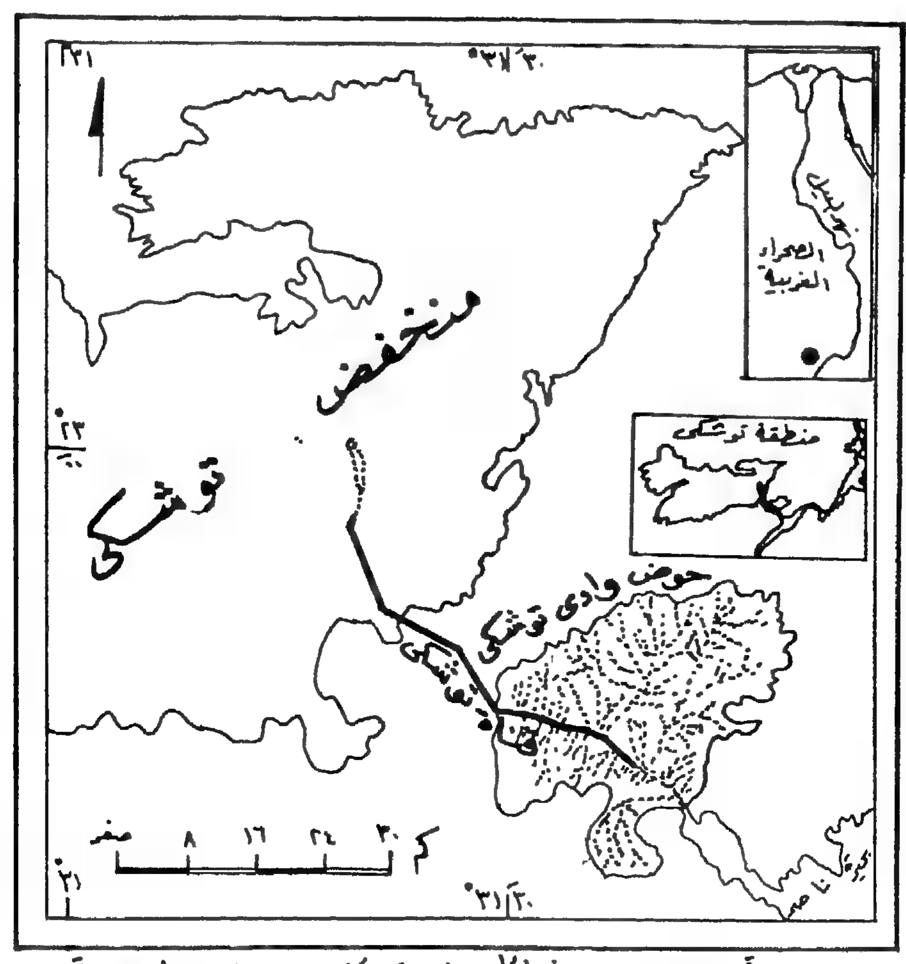
تم رسم القطاعات من الخرائط مقياس ١: ٥٠٠٠٠ عامى (١٩٩١، ١٩٩٥).

شكل (٢٥) : القطاعات الطولية لبعض الأودية فى شبكة تصريف وادى توشكى.

ويلاحظ أن هذه القيم بالإضافة إلى هيئة وشكل القطاعات المختلفة تظهر وصول لأودية إلى مرحلة النضج، حيث يتميز القطاع الطولى غالباً فى مرحلة النضج بأنه خفيف لإنحدار (Small, 1985, P. 158).

رابعاً: قناة مفيض توشكى:

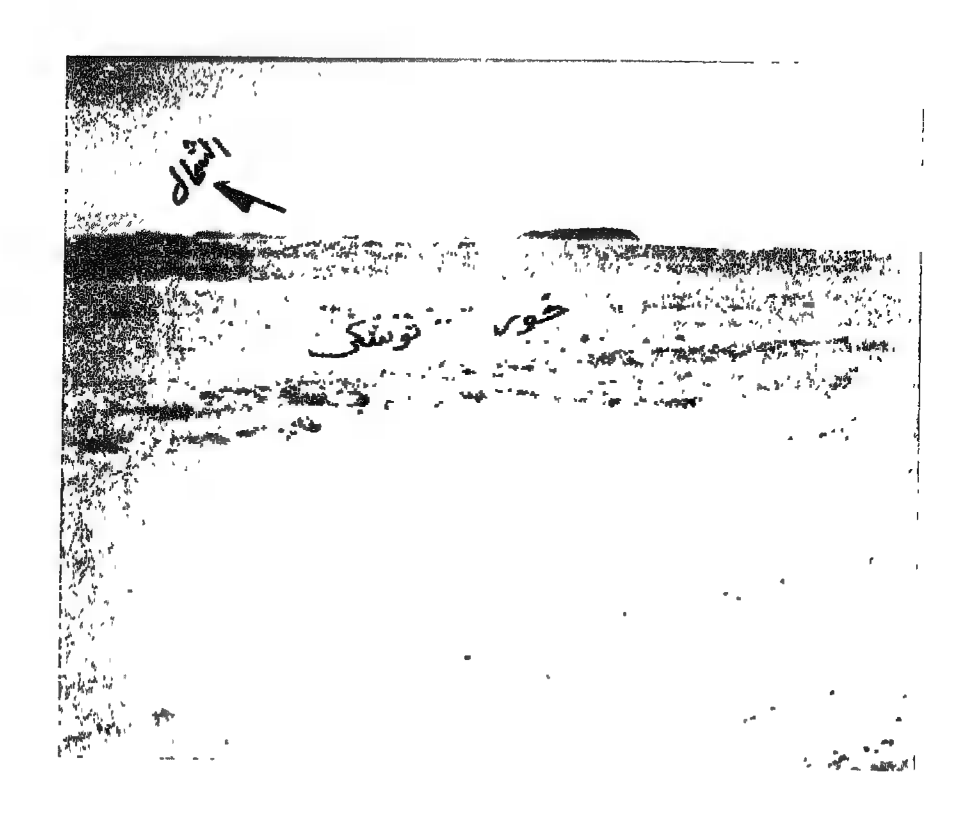
تقع قناة توشكي في شرق منطقة الدراسة، وتمتد بشكل عام من الشرق والجنوب الشرقى إلى الغرب والشمالى الغربى، بحيث تصل بين بحيرة ناصر من جهة ومنخفض توشكي من جهة أخرى عبر المجرى الرئيسى لوادى توشكى كما فى شكل (٢٦).



المصدر : من تجميع الباحث من خرائط : غرب توشكا ١ : ٢٥٠٠٠٠ موزاييك رقم ٧٦
جبل العصر ١ : .....١ و Geofizika, 1:250 000

شكل (٢٦) : موقع وإمتداد قناة مفيض توشكى بين بحيرة ناصر ووادى توشكى ومنخفض توشكى.

وقد بدأ الحفر فى قناة مفيض توشكى فى عام ١٩٧٧ وبدأ تشغيلها عام ١٩٨٢ حيث تم تعميق قاع مجرى وادى توشكى، وتبدأ القناة عند الكيلو ٣٢,٨ من محور القناة بمأخذ حر على منسوب ١٧٨ متراً قد أسس من الخرسانة العادية بطول ١٠ أمتار وعرض ٧٥٠ متراً ويليه منطقة مرشح للمياه بنيت من الحجر المدرج بطول ١٠ أمتار لحماية مأخذ القناة من التأكل. ويبلغ طول القناة نفسها ٢٢ كم وعرضها عند مدخلها ٧٥٠ متراً، ويتناقص هذا العرض تدريجياً حتى يصل إلى ٣٥٠ متراً (غيضان، ١٩٩٥، ص ٢٢) وتنتهى القناة بهدار المصب قبل مدخلها فى منخفض توشكى بحوالى ٢ كيلومتر، كما فى صورة (٣).



صورة (٣) : المجرى الرئيسى لوادى توشكى قرب بحيرة ناصر.

وتعتبر الوظيفة الأساسية لهذه القناة هى تجنب أية زيادة فى منسوب مياه بحيرة ناصر عن الحد المقرر لها وهو ١٧٨ متراً حتى لاتؤثر تأثيراً سلبياً على جسم السد العالى، خاصة فى حالة حدوث سنوات الفيضانات العالية كما حدث فى عامى ٧٨ / ١٩٧٩ و ١٩٩٨ الذى نشهده الآن، حيث زاد الفيضان فى السنة الأولى السابق ذكرها عن ١٥٠ مليار متراً مكعباً.

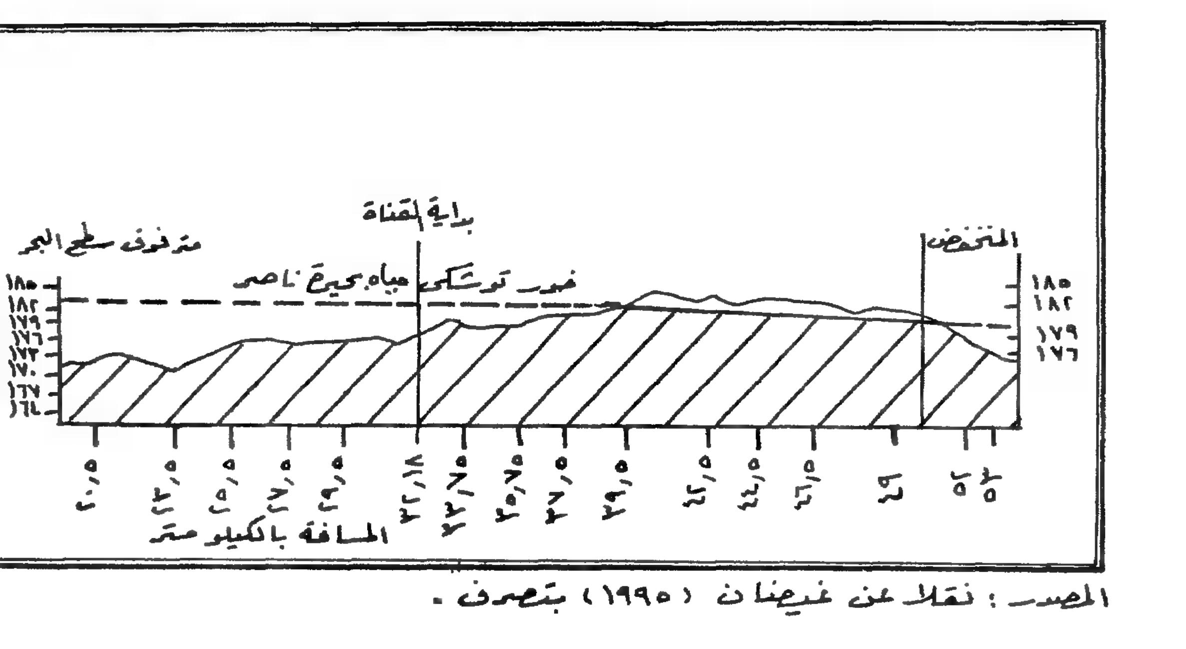
ونظراً لأن الحد الأدنى لمنسوب مياه بحيرة السد ١٦٥,٥ متراً على أساس أن أدنى حد للتخزين المتوقع قدره ٨١ مليار متراً مكعباً (إسماعيل، ١٩٦٨ ص ص ١٠٨ – ١٠٩) وأن السعة التصميمية الفعلية لبحيرة ناصر تبلغ ١٦٢ مليار م٣ عند منسوب ١٨٢ متراً كما فى شكل (٢٧) فإن قناة توشكى تعتبر الوسيلة الأساسية التى يتم عن طريقها تصريف مياه الفيضان الزائدة.

وقد حدثت مثل هذه الزيادات فى عام ١٩٩٦ وعملت القناة على تصريف كمية المياه الزائدة حتى لاتضير بجسم السد العالى وبلغت هذه الكمية ٦٠٠ مليون متر مكعب تم صرفها إلى منخفض توشكى، حيث تصل كفاءة التصريف اليومى لقناة توشكى ٢٥٠ مليون متراً مكعباً، وفى هذا العام (١٩٩٨) بدأت المياه فى الزيادة عن المعدل المعتاد، وواصلت المياه فى ارتفاع منسوبها حتى زاد المنسوب عن ١٨٠ متراً كما فى جدول (١٧)

جدول (١٧) : منسوب المياه فى بحيرة ناصر أثناء فيضان ١٩٩٨ بالنسبة لمستوى البحر.

التاريخ	٢٠سبتمبر	٢٢سبتمبر	٢٥سبتمبر	٢٨سبتمبر	٣٠سبتمبر	٨ اكتوبر	١٤ اكتوبر
منسوب مياه البحيرة	١٧٩,٨٣	١٨٠,٠٦	١٨٠,٢٠	١٨٠,٥١	١٨٠,٦٤	١٨٠,٩٥	١٨١,١

• من تجميع الباحث من مصادر مختلفة.



المصدر : نقلاً عن غيضان (١٩٩٥) بتصرف.

شكل (٢٧) : قطاع طولى لقناة مفيض توشكى.

ولهذا بدأ فتح مفيض قناة توشكى للمرة الثانية بعد عام ١٩٩٦ ووصلت الكمية التى تم تصريفها عبر قناة توشكى ٣٠ مليون متراً مكعباً يومياً بدءاً من ٢٠ سبتمبر حينما زاد منسوب المياه عن ١٧٩ متراً إلى منخفض توشكى، كما فى جدول (١٧)، والحجم الكلى للفيضان فى هذا العام ١٩٩٨ فوق المتوسط.

وقد بلغت الكمية التى تم صرفها إلى منخفض توشكى حتى ٢٦ سبتمبر حوالى ٥٠٠ مليون م٣ بمعدل ٥٠ مليون م٣ / يومياً. وزادت هذه الكمية المنصرفة إلى المنخفض فى ٢٨ سبتمبر إلى ٧٠٠ مليون م٣ وفى نهاية شهر ديسمبر بلغ إجمالى الكمية التى دخلت إلى المنخفض عبر قناة توشكى إلى المفيض ٧٥٦,٠٦٤ مليون متراً مكعباً ووصلت الى ٢,٤٢٤٩ مليون م٣ حتى ١٩ أكتوبر ١٩٩٨ مما يعكس الفائدة والدور الذى لعبه منخفض توشكى وقناة مفيض توشكى من تخفيف الضغط الهيدروليكى على جسم السد العالى.

*   *   *

الفصل الرابع

شرقي منخفض توشكى : تحليل جيومورفولوجي

شرقي منخفض توشكى : تحليل جيومورفولوجى

سيتم التركيز فى هذين الفصلين الرابع والخامس على المناطق الواقعة شرقى منخفض توشكى بغية التعرف على خصائص كل ظاهرة جيومورفولوجية بالتفصيل والتحليل، وذلك بتفسير نشأة الظاهرة وعواملها ومراحل تطورها من جهة، ثم التعرف على التفاعل بين هذه الظاهرات الجيومورفولوجية وعمليات التنمية خاصة وأن منطقة شرقى منخفض توشكى تمثل المنطقة الاساسية التى سيتم فيها عملية التنمية الزراعية اعتمادا على مياه ترعة جنوب الوادى، ولهذا سيفرد لها فصلاً مستقلاً عن الجيومورفولوجيا وامكانات التنمية بها.

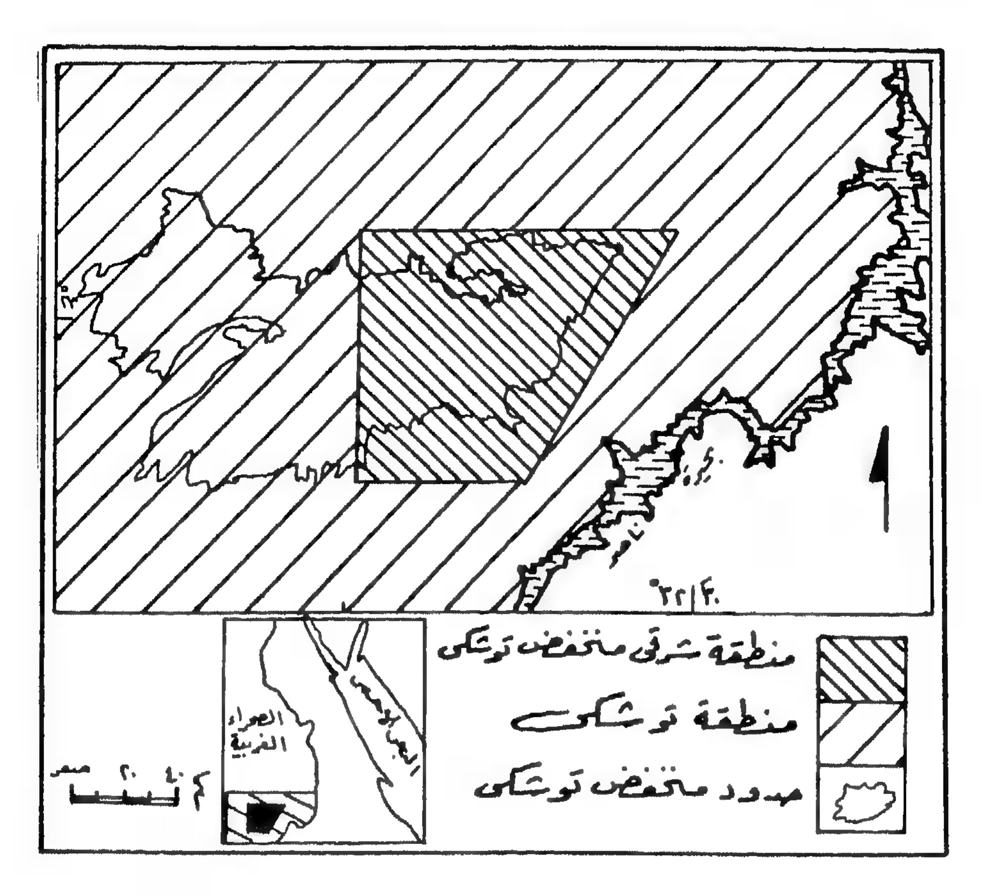
أولاً : الموقع والخصائص العامة :

تقع هذه المنطقة فى أقصى الطرف الشمالى الشرقى لمنطقة توشكى كما فى شكل (٢٨) ، وحدها الشمالى عبارة عن حافة تمثل أولى الحافات الجنوبية المحددة للكويستات الكبرى التى تتركب منها الصحراء الغربية بشكل عام، وهى هضبة سن الكداب ويطلق هذا الأسم على الحافة الجنوبية أيضاً والتى تمتد بمحور غربى - شرقى ثم تغير اتجاهها بعد ذلك عند وادى كلابشة لتأخذ اتجاهاً شمالياً شرقياً ثم تتجه شمالاً بعد ذلك موازية ومحددة لوادى النيل.

ولما كان الموقع العام لهذه المنطقة يكون إلى الشمال الشرقى من مدينة أبوسمبل، وبعيداً عن وادى النيل ونظام التصريف المتصل به من الجانب الغربى، فإن الحد الشمالى للمنطقة هو حافة سن الكداب فى جزئها الشرقى، وخط كنتور ٢٠٠ متر فى الجزء الغربى من الحافة، وفى الشرق والشمال الشرقى اتخذ الباحث خط كنتور ٢٥٠ متراً كأساس للتحديد وفى الركن الجنوبى الغربى يعتبر خط تقسيم المياه بين الشمال الشرقى (إلى منطقة الدراسة) وبين الجنوب الغربى (إلى باقى منخفض توشكى) كحد فاصل ليمثل حدوداً جنوبية وجنوبية غربية للمنطقة، بينما فى الغرب والشمال الغربى اتخذ خط كنتور ٢٠٠ متر أيضاً.

وبهذا التحديد وجد أن منطقة الدراسة تقع بين دائرتى عرض ٤٦َ ٥٢٢ شمالاً وبين ١٣ً ٢٦َ ٥٢٣ شمالاً، كما تقع بين خطى طول ٥١ً ٠٠َ ٥٣١ شرقاً وبين ٤٦ً ٥٥َ ٥٣١ شرقاً كما فى شكل (٢٨)، وكان لهذا الموقع الفلكى خاصة عند مدار السرطان أثره الواضح فى تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بفعل المناخ وغيره من العناصر الأخرى كما سيأتى فيما بعد.

وبهذا الموقع وهذا التحديد وجد أن المنطقة تمثل الجزء الشرقى لمنخفض توشكى وجزءً صغيراً يقع إلى الشرق منه وتبعد عن مدينة أسوان ١٢٥ كم فى طرفها الشمالى الشرقى ويبعد الطرف الجنوبى عن مدينة أبوسمبل ٤٧ كم، وتقع المنطقة غربى طريق أبوسمبل ـ أسوان والذى يمتد بمحازاة وادى النيل وبحيرة ناصر من الجهة الغربية بحيث تبتعد عن الطريق حوالى ١٠ كم فى المتوسط.



شكل (٢٨) : موقع منطقة شرقى منخفض توشكى.

ويبلغ طول المحور الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة ١٠٦ كم وهو أكبر المحاور طولاً بمنطقة شرقى المنخفض، بينما يبلغ طول المحور المتعامد عليه والممتد باتجاه شمالى غربى - جنوبى شرقى ٧٥,٦ كم. هذا بينما يكاد يتساوى كل من المحورين الشمالى - الجنوبى والغربى – الشرقى حيث يصل طول كل منهما ٩٠كم تقريباً. وهذان المحوران فى منتصف المسافة تقريباً، حيث يمتد المحور الشمالى الجنوبى من حافة سن الكداب شمالاً حتى وادى توشكى جنوباً، ويتعامد عليه المحور الأوسط باتجاه شرقى غربى. ويبلغ معامل الشكل فى الحالة الأولى ٠,٧١ والذى يظهر أن الشكل يميل إلى الاستدارة.

وقد وجد أن المحور الشمالى الشرقى للمنطقة ينحرف بمقدار شمال ٥٦° شرق، معنى هذا أن توجيه المنطقة يصبح شرق الشمال الشرقى – غرب الجنوب الغربى وهذا له علاقة ببنية المنطقة ونشأتها من جهة والاستفادة منها فى التنمية من جهة أخرى كما سيأتى فيما بعد.

وتبلغ جملة مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى ٣٩٦٠,٣٢ كم وهى بهذا تمثل ٠,٥٨٪ من جملة مساحة الصحراء الغربية فى مصر، و٨,٠٩٪ من جملة المنطقة.

ثانياً : جيولوجية وطبوغرافية المنطقة :

(١) جيولوجية المنطقة :

تتنوع الصخور بمنطقة الدراسة حيث توجد الصخور الرسوبية سواء الحجر الجيرى أو الحجر الرملى بالإضافة إلى الصخور الأركية القديمة والأحدث نسبياً.

فصخور القاعدة الأركية يوجد منها صخور الجرانيت والنيس والطفوح البازلتية، وتكون صخور الجرانيت كتلاً رئيسية بالمنطقة وتظهر بوضوح فى جبل أم شاغر وجبل برق السحاب (Geofizika, 1966, P. 42) أما صخور النيس ذو النسيج الخشن واللون الرمادى الأبيض فتوجد فى شكل كتل بيضاوية تأخذ اتجاهاً شرق الشمال الشرقى - غرب الجنوب الغربى (El-Shazley et al., 1977, P. 48) وتمتد حتى تصل إلى درب الأربعين حيث تمتل امتداداً لكتل صخور القاعدة الأساسية المرفوعة لكتلة نخلاى - أسوان والتى تمتد من الشمال الشرقى إلى الجنوب والجنوب الغربى (Awad & El-Sorady, 1987, P. 16) أما ظاهرة القواطع Dykes فهى عبارة عن حافات

متتابعة مكونة من الفلسيت وتبدو فى الصور الجوية بمحور عـام ٦٠° تجاه الشـمال الشرقى، ومتوسط المسافة بين هذه الحافات ١٢٥ متراً وهى مقطعـة بدرجـة كبيرة، وبلغ عددها ١٤٣ قاطعاً، ويصل متوسط الطـول ٢٧٥ متر وبارتفـاع ٠,٥ ـ ١,٢ متر، والقليل منها يقع فى المنطقة بينما معظمها يقع شرق هذه المنطقة وتوجد بعض القواطع عمودية على الاتجاه السابق وبمحور ٤٢° شمال غرب [1].

أما الصخـور الرسوبية فى المنطقـة فمعظمها يرجع إلى العصر الكريتاسى المتأخر والباليوسين والزمن الرابع، ويأتى ترتيب صخـور الحجر الرملى النوبى ضمن صخور العصر الكريتاسى الأعلى، وهى مكونـة من الكوارتـز ذو الحبيبات الناعمة والمائلة إلى الخشنة، وهى صخـور مندمجة، وفى هيئة طبقات متتابعة ومستوية. وتوجد أيضاً صخور الحجر الرملى السلتى بشكل مفكك وسائب يتخللها طبقات طين صلبة، ومارل وطفل، وهى أقدم الصخور الرسوبية التى تغطى المنطقة وتقع فوق صخور القاعدة الأركية وقد تتحول فى بعض المناطق إلـى كنجلو مرات بسمك نصف المتر كما هو الحال عند جبل أم شاغر (Geofizika, 1966, PP. 19 - 20) وقد توجد بها صخور سلتية طينيـة. وتتوزع صخور الحجر الرملى النوبى على مساحة واسعة بالمنطقـة خاصـة الجـزء الأوسط وبمحـور شـمالى شـرقى ـ جنوبى غربى، كما تتكون منها التـلال وأشباه السهول المتنـاثرة فـى شرق وجنوب شرق منخفض توشكى كما توجد فى التلال وأشباه السـهول المتنـاثرة فى شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة أيضاً ويمثلها تكوين صبياً وتكون قصيبة.

وتوجد شرائح طين أسنا Esna Shale أيضاً وهى عبارة عن طفل رمـادى بنـى قاتم أو فاتح مائل للاصفرار مع وجود طبقة رقيقة من الكربونات، وهى عبارة عن طبقات ترتكز فوق تكوين الداخلة، وتبدو كمنكشفات صخرية كما تبدو مكشوفة علـى السطح فى بعض الحافـات الصخريـة أو السطوح الجبليـة وسط المنطقـة والتى قد أزيلت من فوقها الصخور أو ساعدت عوامل البنية على ظهورها بمعدل أسرع كما فى المناطق ذات البنية القبابية أو فى مناطق أشباه السهول التى تعرضـت للتخفيض لفترة طويلة من الزمن.

---

(١) قياساً من الصور الجوية مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ والدراسة الميدانية.

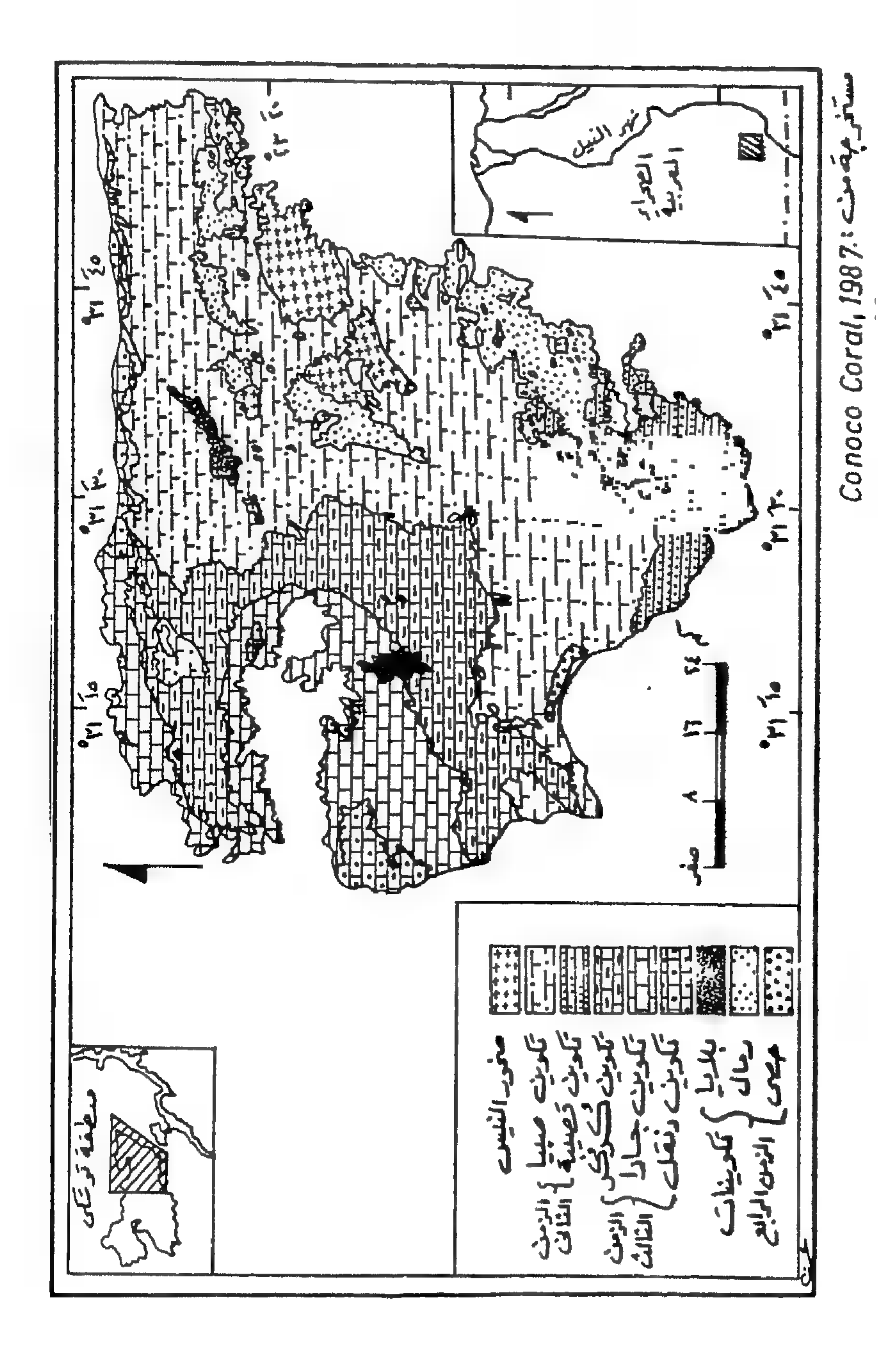
ويوجد تكوين الداخلة بالمنطقة والذى يرجع للعصر الكريتاسى الأعلى وهو عبارة عن حجر جيرى مركب من الطين والطين السلتى والحجر الرملى والطين الجيرى (Ibid, P. 25) ويوجد هذا التكوين جنوب حافة سن الكداب عند جبل برق السحاب.

أما تكوين كُركُر فيرجع إلى الباليوسين، ويتراوح سمك هذا التكوين ٢٠ ـ ٤٠ متراً (Awad & El-Sorady, 1987, P. 15) ويوجد هذا النوع الصخرى فى حافة سن الكداب وذلك قرب مستوى سطح الأرض، وتغطى الوسط الغربى للمنطقة فى شكل حافة جيرية تمتد من الشمال إلى الجنوب وتنحرف باتجاه الجنوب الغربى بحيث ترتكز عليها كثير من البلايا كما فى شكل (٢٩).

والنوع الرابع من التكوينات الجيولوجية هو تكوين جارا Garra Formation ويتركب من طبقات الحجر الجيرى السميكة، ويكون طباشيرياً ودولوميتى فى بعض المواضع، ومتوسط السمك ٤٠ متراً (Ibid, P. 15) وهو يكون جزءاً من حافة سن الكداب وبالاتجاه الجنوبى الغربى والجزء الغربى من المنطقة، وتبدو مكونة لبعض القمم فى هذا الجزء ومرتكزة فوق تكوينات الداخلة.

ويوجد تكوين دنقل والذى يدخل ضمن مجموعة طيبة، وترجع صخوره للزمن الثالث أو إلى الأيوسين الأسفل على وجه التحديد، وهو عبارة عن حجر جيرى مع طبقات طين، والجزء العلوى من الحجر الجيرى به شرائح يظهر بها الصوان (Conoco, 1987).

هذا وتوجد رواسب مفككة ترجع للزمن الرابع ممثلة فى رواسب البلايا، والطمى والطين البحيرى وفرشات الرمال والحافات الرملية والرواسب الفيضية ممثلة فى المراوح الفيضية.



مستخرجة من: Conoco Coral, 1987

شكل (٢٩) : التكوينات الجيولوجية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.

(٢) طبوغرافية المنطقة :

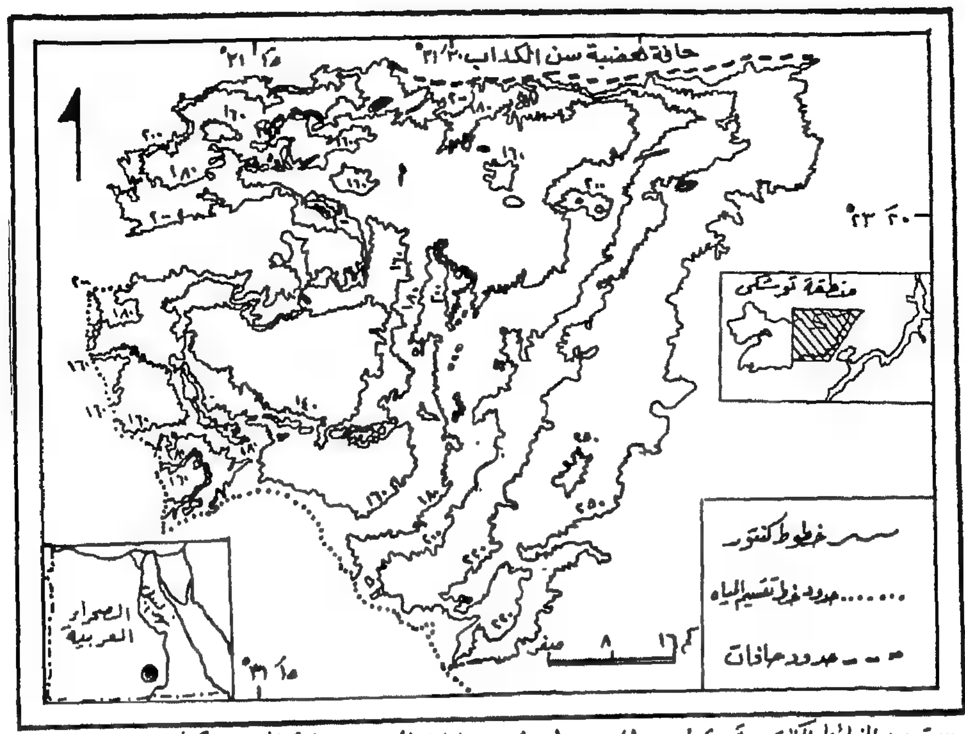
يحيط بمنطقة شرقى منخفض توشكى خط كنتور ٣٠٠ متر فى أقصى شمال شرق وشمال المنطقة مع إمتداد حافة سن الكداب، بينما يحيط بها كنتور ٢٠٠ متر شمال وشمال غرب، ويحددها كنتور ٢٥٠ متراً شرق وجنوب شرق المنطقة، بينما فى الجنوب الغربى يقل الارتفاع عن ذلك ليصل بين ١٦٠ ـ ١٨٠ متراً. وفى وسط المنطقة نجد أن أعلى ارتفاع بها هو جبل أم شاغر الذى يبلغ ارتفاعه ٣١٨ مترا واخفض منسوب فى المنطقة يبلغ ١٢٠,٥ متراً عن مستوى البحر ويمثله موضع بلايا رقم (٤) فى الجزء الشمالى الأوسط للمنطقة.

ومن حيث الارتفاعات نجدها تزداد فى الركن الشمالى من المنطقة حيث توجد السفوح الجنوبية لهضبة سن الكداب ويزيد الارتفاع بها عن ٣٠٠ متر كلما ارتقينا سطح الهضبة حتى نصل إلى إرتفاعات تزيد عن ٤٠٠ متر ، وفى الشمال الغربى نجد أن المنطقة محددة بارتفاع ٢٠٠ متر شكل (٣٠)، وفى الشمال الغربى يقل الارتفاع عن ٢٠٠ متر فى حين تنخفض بوضوح إلى ١٦٠ متراً فى الجنوب الغربى ويرجع ذلك إلى أن هذا الجزء يقع على طول امتداد المحور الشمالى الشرقى ـ الجنوبى الغربى الذى تكون عليه الإقليم ـ أو منخفض توشكى والذى تعرض لشدة النحت والتخفيض ولفترة أطول.

وتقل الارتفاعات بالاتجاه جنوباً حيث وادى توشكى الذى يتجه من الشمال إلى الجنوب حيث أدى الوادى إلى نحت مناطق كثيرة وتخفيض منسوبها لذا تتقارب خطوط الكنتور وتنحرف نحو الجنوب بينما يمتد كنتور ٢٥٠ متراً بمحور يوازى الحافة الجبلية التى تمثل منطقة تصريف لكل من وادى النيل شرقاً ومنطقة شرقى منخفض توشكى غرباً وهنا تتباعد خطوط الكنتور بوضوح لقلة الانحدار بعكس الحافة الشمالية.

وتعكس خطوط الكنتور بشكل عام الاتجاه نحو الهبوط إلى قلب المنخفض بحيث يقل الارتفاع فى القلب ويزداد نحو الأطراف بشكل عام كما فى شكل (١٢)، وإن كانت تتخللها بعض الكتل الجبلية المعزولة التى يزيد ارتفاع بعضها عن ٣٠٠ متر، فى حين أن أقل منسوب داخلها ١٢٠,٥ متراً كما سبق الذكر.

وقد تم قياس الانحدرات من الخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ ووجد أن الركن الشرقى والجنوبى الشرقى تمثل مواضع مستوية أو خفيفة جداً فى انحداراتها حيث يقل متوسط قيم درجات الانحدار عن الدرجة الواحدة بينما يزيد الانحدار فى الغرب والشمال الغربى ليصل المتوسط إلى ٢,٦° حيث يصبح الانحدار خفيفاً ويرجع ذلك إلى سيادة السهول وأشباه السهول فى هذه الجوانب، بينما يزيد الانحدارفى الركن الشمالى للمنطقة حيث يصل متوسط درجات الانحدار ٧,٨° أى أن الانحدار متوسط كما فى جدول (١٨) ويزيد المتوسط هنا عن ٧ أمثال الانحدار فى الجنوب ويصل المتوسط العام لانحدار جوانب المنطقة نحو الداخل٢,٣° مما يدل على أن معظم جوانب المنطقة خفيفة الانحدار بالاتجاه نحو القلب.



رسمت من الخرائط الكنتورية مقياس ١ / ١٠٠٠٠٠، مشروع الوادى الجديد، إدارة المساحة العسكرية

شكل (٣٠) : الخريطة الكنتورية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.

جدول (١٨) : خصائص انحدار جوانب شرقى منخفض توشكى.

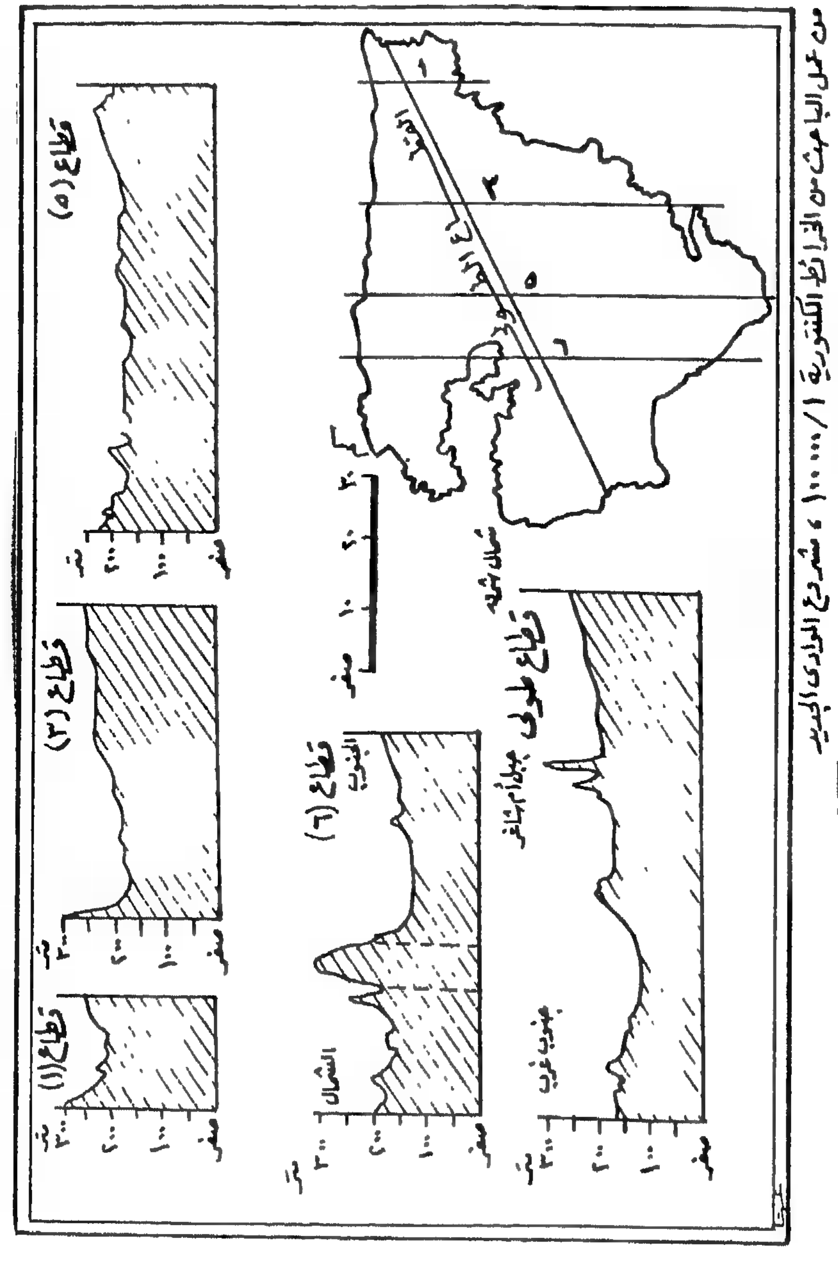
خصائص الانحدار	الجانب الشرقى والجنوب الشرقى	الجانب الجنوبى والجنوب الغربى	الجانب الغربى والشمال الغربى	الجانب الشمالى	المتوسط العام
المتوسط بالدرجة	٠,٢٧	٠,٨	٢,٤٦	٧,٨١	٢,٣
الانحراف المعيارى	٠,٢٧	٠,٨٣	٢,٣٦	٥,٨	—
معامل الاختلاف	١٠٠	١٠٣,٧	١٠٦,٩	٩٩,٨	—
عدد الحالات	١٣	١١	١٤	١٨	—
أقل درجة	٠,١١	٠,١٥	٠,٣	٠,٨٢	—
أعلى درجة	٠,٨٢	٣,٢	٤,٥٧	٢١,٨	—

المصدر : تم القياس من ١ / ٢٥٠٠٠ للحافة الشمالية والباقى من الخرائط ١/ ١٠٠٠٠٠.

ويتباين كل ركن من أركان المنطقة فى انحدارتها نحو قلب المنطقة حيث يتراوح الانحدار بين ٠,١١° - ٠,٨٢° فى الشرق والجنوب الشرقى بينما تتراوح درجات الانحدار فى الجنوب والجنوب الغربى بين ٠,١٥° وبين ٣,٢° أى بين المستوية وخفيفة الانحدار وفى الغرب والشمال الغربى تتراوح القيم بين ٠,٣° وبين ٤,٥٧° أى بين الاستواء والانحدار الخفيف أيضاً فى حين تتراوح الانحدرات فى الشمال بين أقل من الدرجة وبين ٢١,٨° أى تزيد حتى تصل إلى الانحدار الشديد كما فى جدول (١٨).

ويظهر الاختلاف فى الانحدار من حساب معامل الاختلاف لكل جانب، حيث تزيد نسبة التباين بين درجات الانحدار فى المناطق التى ترتفع فيها قيم درجات الانحدار بشكل عام، وإن كان معامل الاختلاف لدرجات انحدار الحافة الشمالية أقل نسبياً حيث يبلغ ٩٩,٨٪ نظراً لشدة تجانس الحافة فى انحداراتها إذا قورنت بباقى الجوانب المحددة لمنطقة الدراسة كما فى جدول (١٨) .

وتعكس القطاعات التضاريسية - الميل الخفيف نحو الداخل فى الركن الجنوبى بينما يشتد الميل من السفوح الشمالية تجاه الداخل ويرجع هذا لتأثير الحافة البنائية فى الشمال والتى تمثلها حافة سن الكداب، كما تعكس هذه القطاعات أيضاً وجود بعض الحافات الصخرية والكتل الجبلية المعزولة والتى يتركز معظمها بالقرب من الحافة الشمالية كما فى شكل (٣١).



من عمل الباحث من الخرائط الكنتورية ١/١٠٠٠٠٠، مشروع الوادي الجديد

شكل (٣١) : القطاعات التضاريسية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.

أما القطاع التضاريسى للمنطقة والذى يأخذ اتجاهاً شمالياً شرقياً ـ جنوبياً غربياً فيعكس تفاصيلاً دقيقة، حيث تظهر به الكتل الجبلية المعزولة Inslbergs كما هو الحال فى جبل أم شاغر والكتل الجبلية الواقعة إلى الغرب والجنوب الغربى منه. ويعكس القطاع أيضاً أرتفاع قاع المنطقة فى أقصى الشمال الشرقى نسبياً ثم يأخذ هذا القاع فى الانخفاض فى منسوبه بالاتجاه إلى الجنوب الغربى، ويمثل الجزء الأول جانباً هامشياً لأطراف التحدب الكبير نخلاى ـ أسوان السابق ذكره، بينما يشتد الميل نحو الجنوب الغربى حيث يمتد منخفض توشكى إلى أبعد من ذلك فيما وراء بئر طرفاوى، ويؤثر فى هذا أيضاً العامل الجيولوجى حيث تمتد صخور الحجر الرملى النوبى وسط وجنوب غرب المنطقة بينما فى الشمال الشرقى وفى النطاق الأوسط يوجد تكوين دنقل وهو من الحجر الجيرى، بينما تسود تكوينات كُركُر فى الطرف الغربى وهى حجر جيرى يرتكز على حجر طينى (Conoco, 1987) ومن هنا تعرضت صخور الحجر الرملى والحجر الطينى وغيرها للنحت بدرجة كبيرة مما أدى إلى تخفيض المنسوب.

هذا وتعكس القطاعات التضاريسية من الشمال الى الجنوب وجود المنخفضات الثانوية التى تفصل بينها حافات صخرية. فالقطاع رقم (١) يشير إلى وجود منخفضين أحدهما شمالى ضيق وعميق، أما القطاع التضاريسى الطولى فيعكس وجود منخفض شمال شرق جبل أم شاغر وآخر إلى الغرب منه، قاعه أكثر انخفاضاً وأكثر استواءاً، ومنخفضاً ثالثاً فى الجنوب الغربى أكثر اتساعاً، ويفصل هذه المنخفضات عن بعضها البعض حافات جبلية مختلفة الأطوال والارتفاعات والمساحات.

ومن خلال حساب المساحات بين خطوط الكنتور المختلفة فى إرتفاعاتها وجد أن ٤٥,٩٪ من جملة مساحة المنطقة يقل ارتفاعها عن ١٨٠ متراً، وأن حوالى ٢٠٪ من المساحة الكلية تزيد فى ارتفاعاتها عن ٢٠٠ متر.

ثالثاً : الأشكال البنائية :

تتضمن الأشكال البنائية كل الظاهرات البنائية الأصل والتى كونتها فى البداية عوامل التصدع من جهة والالتواء من جهةٍ أخرى ثم مارست العمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بمجموعة من العوامل عملها فى تشكيل وتعديل ونحت هذه الظاهرات. وتتعدد الظاهرات البنائية فى منطقة الدراسة، حيث توجد الحافات الجبلية والجزر الجبلية والأشكال القبابية، والبيدمنت والكويستات.

(١) الحافات الجبلية والجزر الجبلية :

يوجد أكبر ملمح جيومورفولوجى للحافات بالمنطقة ـ محدداً لها من الجهة الشمالية ويتمثل فى حافة سن الكداب، وهى ملمح أساسى فى منطقة توشكى عامة، وهى ذات صلة أساسية بالخطوط البنائية الإقليمية، حيث أنها نشأت نشأة بنائية بالدرجة الأولى، وتتحكم فيها مجموعتين من الصدوع الرئيسية التى تأخذ اتجاهاً عاماً شمالياً ـ جنوبياً، وشرقياً ـ غربياً (El-Shazley et al., 1977, P. 25 & 33) .

يضاف إلى هذا أن هذه الحافة صخورها من تكوين دنقل وهو حجر جيرى يتعاقب معه طبقات طين أسفل منها، وتكوينات جارا وهى حجر جيرى أيضاً، ويوجد بهذه التكوينات أيضاً مركب من الطين الطباشيرى الذى يتعاقب مع حجر جيرى رملى وحجر رملى جيرى (Geofizika, 1966, P. 27).

وقد أثر نوع الصخر فى تطور حافة سن الكداب، حيث يوجد بين التكوينات المكونة لصخور الحافة تكوين إسنا السفلى وهى صخور طينية ترتكز فوق الحجر الرملي النوبى وفوقها تكوين كركر، وتكوين دنقل، مما ساعد على سرعة تراجع الحافة. وقد عملت التجوية والنحت على تقويض الحجر الرملى النوبى وطبقات الطفل الأكثر ليونة بدرجة سريعة جداً مما تسبب فى إنهيار دورى لكتل الحجر الجيرى لمسافات محدودة من الحافة وتبع ذلك زحزحة خط الحافة تجاه الهضبة ناحية الشمال (Geofizika, 1966, p 16) والذى يعرف بتراجع السفوح.

وتتسم سفوح الحافة بشدة التقطع نسبياً بواسطة خطوط التصريف الكثيفة، وبحساب عدد الأودية وطول مسافة الحافة وجد أن درجة تقطع الحافة بالأودية بلغ

معدله وادى واحد/٢كم، كما أن معامل الالتوء لحافة سن الكداب والمحددة للركن الشمالى لهذه المنطقة بلغ ١,٣٤ كم، وقد بلغ متوسط درجة انحدار الحافة الشمالية ٥٧,٨ كما فى جدول (١٨) لذا تتسم الحافة بإن انحدارها متوسط.

(٢) الكتل الصدعية :

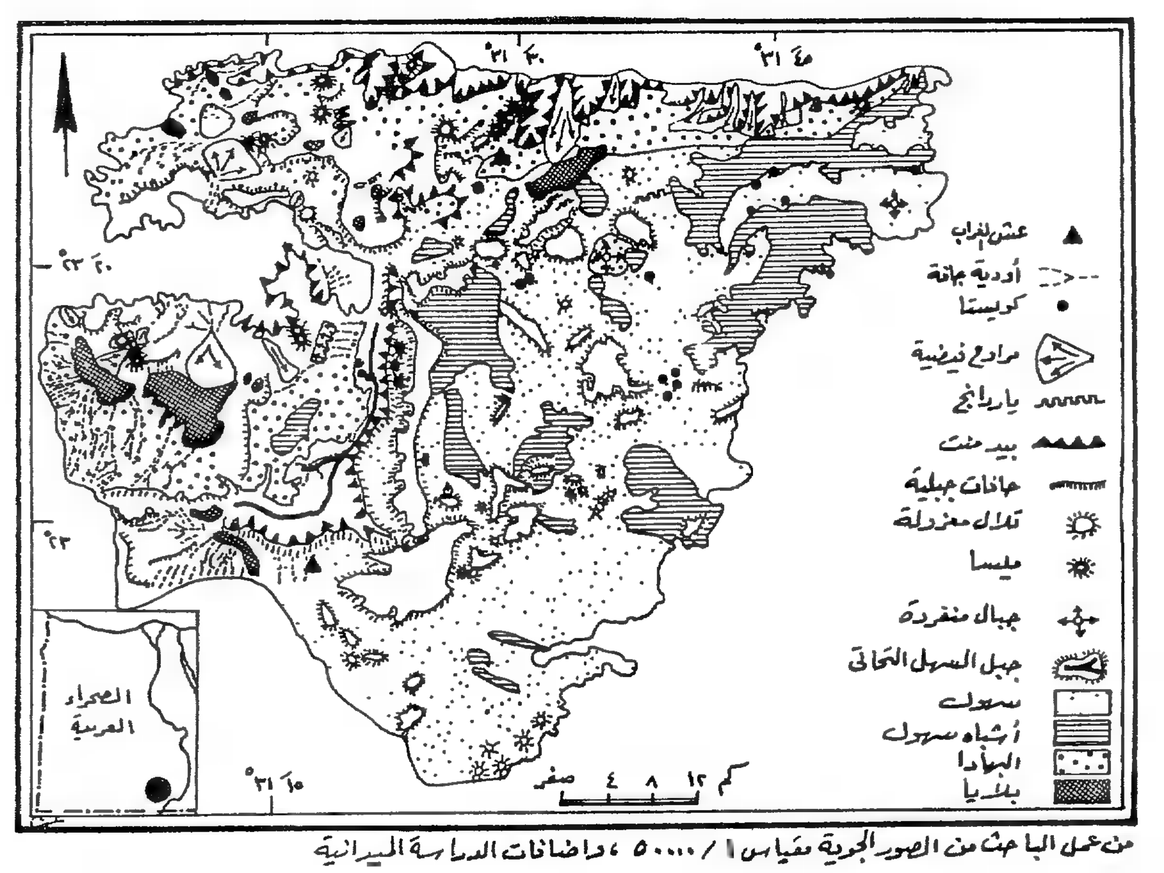
تعتبر الكتل الصدعية من أكبر الظاهرات البنائية النشأة فى منطقة شرقى منخفض توشكى أيضاً وتتسم أحياناً بالامتداد الكبير، كما أنها متعددة فى اتجاهاتها، فبعضها يمتد بمحور شمالى – جنوبى متأثرة بنفس اتجاهات الصدوع الرئيسية وهذه تتركز فى الوسط الغربى والجنوب الغربى من المنطقة وبعضها بمحور شرقى- غربى وتوجد فى أقصى شمال غرب المنطقة، كما توجد فى أقصى جنوبها الغربى أيضاً كما فى شكل (٣٢) ومجموعة ثالثة تأخذ اتجاهاً شمالياً غربياً- جنوبياً شرقياً وتوجد فى غرب المنطقة وهذه كلها ذات صخور رسوبية خاصة الصخور الجيرية.

وتوجد الكتل فى هيئة حافات تقع إلى الجنوب من جبل السحاب فى الجزء الشرقى للمنطقة وهى عبارة عن حافات متتابعة من القواطع Dykes مكونة من صخور الفلسيت، وتأخذ محوراً عاماً باتجاه شمال شرق ٦٠° جنوب غرب، والمسافة بين كل قاطع وآخر ١٢٥ متراً كما سبق الذكر وهى مقطعة بدرجة كبيرة وتمثل ملمحاً بارزاً من سطح الآرض، بعضها يقع داخل حدود منطقة شرقى منخفض توشكى والآخرى تقع فيها بينها وبين طريق أسوان- أبو سمبل، ويتراوح ارتفاع الحافة بين نصف المتر واقل من المترين.

جدول (١٩) : أبعاد وانحدار الحافات الجبلية والجزر الجبلية شرقى منخفض توشكى.

النوع	الارتفاع النسبى متر	متوسط الطول كم	العرض كم	درجة الانحدار		درجة الانحدار العام تجاه الشمال
				جنوباً أو شرقاً	شمالاً أو غرباً	
الحافات الجبلية	٣١,١	—	—	٩,٢°	٥,٣°	٧,٨°
الجزر الجبلية	٥٧,٤	٢,٥٦	١,٢٨	٩,٩°	٩°	٩°

* من حساب الباحث من تطبيق الخريطة الجيومورفولوجية ١/ ٥٠٠٠٠ مع خرائط ١/ ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها



من عمل الباحث من الصور الجوية مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ ، وإضافات الدراسة الميدانية

شكل (٣٢) : الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.

أما ارتفاع الكتل الجبلية ذات الصخور الرسوبية فيصل فى المتوسط ٣١,١ متراً، ويصل انحدارها نحو الجنوب أو الشرق ٩,٢°، بينما بعض الكتل تنحدر نحو الغرب بمتوسط ٥,٣° أما الانحدار نحو الشمال عامة فيصل متوسط درجة انحدارها ٧,٨°.

ويصل متوسط ارتفاع الكتل الصدعية المكونة للجزر الجبلية ٥٧,٤ متراً، ومتوسط طولها ٢,٥٦ كم، ومتوسط امتدادها العرضى ١,٢٨ كم، والتى تبدو بذلك أنها واسعة الامتداد رغم قلة عددها نسبياً كما فى جدول (١٩) والذى لايزيد عن ٥ حالات كما يتراوح متوسط درجة انحدار جانبيها بين ٩° - ٩,٩° أى أن انحدارها متوسط مما يعكس شدة نحت الجوانب نسبياً، وهى مكونة من صخور الحجر الجيرى أساساً بمختلف مكوناته سواء تكوين الداخلة أو قصيبة أو تكوين جارا.

(٣) الاشكال القبابية Domal Features :

ينشأ هذا الملمح نتيجة عمليات بنائية كونت محدبات فى بناءات الصخر ونتج عنها طبوغرافيا قبابية تمثل مظهراً أرضياً مرتفعاً (Bloom, 1979. P. 49) . كما يشير الشاذلى (El-Shazley et al., 1977, p. 45) . أيضاً إلى أن الآشكال الدائرية فى منطقة شرقى منخفض توشكى نشأت بفعل خطوط الضعف البنائية الممتدة بمحور شمال شرق- جنوب غرب والتى تمثل أشكالاً قبابية بنائية. ويوجد حالتان من هذا الشكل فى اقصى غرب وشمال غرب المنطقة، ويبلغ طولهما ٥ و ١,٧٥ كم، وعرضهما ١,٢٥ و١,٣٥ كم على التوالى.

وقد بلغت مساحة الحافات والجزر الجبلية ٢,٢٪ من مساحة المنطقة، ورغم أنها تبدو نسبة صغيرة بسبب التطور النحتى الذى وصلت إليه المنطقة وهى مرحلة شبه السهل الصحراوى إلا أنها تمثل مصدراً تنقل منه الرواسب التى تبنى منها الرواسب المرتكزة على أسطح السهول التى شكلتها الرياح والبلايا التى كونتها الأودية.

(٤) البيدمنت Pediment :

تمثل البيدمنت جزءاً أو نطاقاً نحتياً للسفوح، وتوجد فى الآجزاء العليا منها عادة، وتظهر فى نطاق الحافة الشمالية والتى تتمثل فى حافة سن الكداب بالإضافة إلى وجودها فى سفوح الحافات الجبلية الآخرى والجزر الجبلية التى تقع وسط وغرب وجنوب غرب المنطقة كما فى شكل (٣٢) والتى ترتبط بالسفوح الشرقية والجنوبية أو الشمالية والغربية لهذه الحافات الواقعة داخل المنطقة.

وتبلغ مساحة البيدمنت فى منطقة شرقى منخفض توشكى ٢٢٢,٣٤ كم٢، وهى بذلك تمثل نسبة قدرها ٥,٦١ ٪ من جملة مساحة منطقة شرق منخفض توشكى[١] وهى نسبة صغيرة، ويبدو مظهر البيدمنت فى الحافة الشمالية – كمناطق صخرية تحت أقدام المنحدرات وقد قطعتها الآودية ذات الاتجاه المتعامد على الحافة وبمحور شمالى –جنوبى وهى أودية صدعية بالدرجة الأولى.

وبقياس اتساعات البيدمنت من الصور الجوية فى المواضع المختلفة بالمنطقة وجد أن متوسط اتساعها ٠,٥١ كم وهذه القيمة كبيرة نسبياً وتعكس عمليات تراجع السفح من أعلاه بدرجة كبيرة، ويتراوح هذا الاتساع مابين ١٠٠ متر كأقل قيمة وبين ٨٥٠ متراً كأكبر قيمة كما فى جدول (٢٠) ويصل معامل الاختلاف فى اتساع البيدمنت ٨٢,٣٪ وهى قيمة كبيرة نسبياً، ويرجع هذا الاختلاف إلى تباين نوع الصخر بالدرجة الأولى وبالتالى التباين فى الأستجابة لعمليات النحت.

ويؤثر عامل الصخر فى اتساع البيدمنت، فتكوين قصيبة يبلغ معدل اتساع البيدمنت به ٧٥٠ متراً وهو معدل كبير نسبياً وساعد على ذلك أن هذا التكوين صخوره من الحجر الرملى أساساً، بينما فى تكوين جارا يصل معدل اتساع البيدمنت ٣٨٦ متراً وهى صخور جيرية بها شرائح من الطين تتعاقب مع الصخر والتى ساعدت على شدة النحت نسبيا مقارنة بغيرها، أما البيدمنت الأقل اتساعاً فهى فى تكوين كُركُر وهى صخور جيرية ويصل معدل الاتساع ٢٦٠ متراً فقط كما فى جدول (٢٠) وبحساب نسبة اتساع البيدمنت إلى اتساع البهادا وجد أن القيمة تتراوح بين ٢٣٪ و ٨٩,٤٪ ، كما أن نسبة مساحة البيدمنت إلى مساحة البهادا وصلت ٠,٤١ وتعكس زيادة فى مساحة البيدمنت مقارنة بالبهادا. أى أن تراجع الحافة يبدو فى أعلاها بشكل واضح مما يزيد من مساحة البيدمنت إلى جملة مساحة كل من البيدمنت والبهادا.

(١) تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية ١ / ٥٠٠٠٠

جدول (٢٠) : الخصائص المورفومترية للبيدمنت والبهادا شرقى منخفض توشكى.

رقم القياس	متوسط الاتساع كم		درجة الانحدار		متوسط عرض الحافة الجبلية كم	نوع الصخر	التكوين الجيولوجى	عدد الحالات	نسبة اتساع البيدمنت إلى البهادا
	البيدمنت	البهادا	البيدمنت	البهادا					
١	٠,٢٦	٠,٤٤	٥,٧	١,٩	١,٠١	جيرى	كركر	٧	٥٩٪
٢	٠,٢	٠,٣٦	٥,٤	١,٥	٢,٢	جيرى	جارا	٤	٥٥,٦٪
٣	٠,٩	٣,٩	٣,٢	٠,٩	٢,٤٣	جيرى	جارا	٣	٢٣٪
٤	٠,١	٠,٢	٢,٥	١	١,٣	طينى وسلتى	نصبية	٢	٥٠٪
٥	٠,١٧	٠,٤٨	٩,٥	٢,٤	١,٢	جيرى	جارا	٤	٣٥,٤٪
٦	٠,٢٧٥	٠,٦١	٥,٧	٠,٤	–	جيرى	جارا	٣	٤٥,١٪
٧	٠,٨٥	٠,٩٥	٢,٣	٠,٨	–	جيرى	نصبية	٣	٨٩,٤٪
٨	١,٣	١,٤٧	٧,٩	٠,٤٤	–	رملى وجيرى	نصبية	٤	٨٨,٤٪
المتوسط	٠,٥١	١,٠٥	٥,٢١	١,٠٦	١,٦٣				
الانحراف المعيارى	٠,٤٢	١,١٤	٢,٣٩	٠,٦٧	٠,٥٧				
معامل الاختلاف	٨٢,٣	١٠٨,٦	٤٥,٩	٦٣,٢	٣٥				

* تم حساب الجدول من الصور الجوية ١ / ٥٠,٠٠٠ وخرائط ١ / ٢٥٠٠٠، والخريطة الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠٠ .

وتتراوح درجة انحدار البيدمنت فى المنطقة فى المواقع المختلفة بين ٢,٣° وبين ٩,٥° أى بين الانحدار الخفيف والانحدار المتوسط، وهى قيم تتفق مع درجات الانحدار للبيدمنت التى أشار كوك ووارين أنها ما بين صفر ـ ١١° (Cooke & Warren, 1973, P. 192) وأشار بلوم أيضاً إلى أن درجات انحدارها ١ ـ ٧° (Bloom, 1979, P. 320) .

وبمقارنة هذه القيم فى المنطقة بالدراسات السابقة عن مناطق أخرى فى العالم نجد أن متوسط انحدار البيدمنت فى صحراء موهاف الغربية فى الولايات المتحدة ٣٥´ ٢° وفى إقليم آجو ـ أريزونا ١° ـ ١٤° وفى جنوب غرب الولايات المتحدة ٣٠´ ٢° (Cooke & Warren, 1973, P. 193) ووصلت ٤,٧° فى السفوح الغربية لجبل طويق والمحددة لمنطقة الحمادة فى وسط نجد بالمملكة العربية السعودية (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٧٣) وهنا تبدو شدة انحدار البيدمنت فى منطقة الدراسة وقد يرجع هذا

إلى عدم التوافق الموجود أحياناً بين الطبقات الصخرية مما تعمل على عدم التجانس فى عملية النحت وتراجع السفح فيزيد الانحدار، ولهذا نجد أن معامل الاختلاف فى درجات الانحدار يبلغ ٤٥,٩٪ فالبيدمنت ذات الصخور الرملية (تكوين قصيبة) متوسط انحدارها ١٢ً ٥٤° بينما يزيد المتوسط فى تكوين جارا إلى ٥٤ً ٥٥° وذلك بسبب صخورها الجيرية التى تتعاقب معها طبقات الطين، ويقل الانحدار نسبياً عن ذلك فى تكوين كُركُر الجيرى إلى ١٢ً ٥٥° كما فى جدول (٢٠).

ونتيجة اتساع البيدمنت نسبياً نجد أن نسبة اتساعها إلى اتساع سهول البهادا كبيرة، حيث تراوحت هذه النسبة بين ٢٣٪ و ٨٩٪ كما سبق الذكر والتى إذا قارناها ايضاً بنظيرتها فى صحراء موهاف والتى وصلت النسبة بها ما بين ٠,٣٦٪ ـ ٩,٤٪ وفى أريزونا ٠,٢٥٪ و ٤٠ ـ ٥٠٪ (Cooke & Warren, 1973, P. 192) لاتضح لنا أن النسبة فى هذه المنطقة كبيرة وهذا يرجع إلى تأثير عامل عدم التوافق الصخرى الموجود بحافات منطقة الدراسة.

جدول (٢١) : المركب الجيومورفولوجى شرقى منخفض توشكى.

الظاهرة الجيومورفولوجية	المساحة كم٢	٪ من جملة المساحة
الحافات الجبلية والجزر الجبلية	٨٦,٣٤	٢,٢
البيدمنت	٢٢٢,٣٤	٥,٦١
الكويستات	٣,٦٨	٠,١
الميسا	١٣,٩٨	٠,٣٥
التلال المعزولة	٤,٣١٥٤	٠,١
البهادا	٥٣٧,٠٣	١٣,٥٦
البلايا	٦٠,٧٩	١,٥٣
المراوح الفيضية	٨٥,١٧٤	٢,١٥
السهول وأشباه السهول	٢٩٤٦,٦٧	٧٤,٤
الجملة	٣٩٦٠,٣٢	٪١٠٠

(٥) الكويستات [١] :

تتوزع الكويستات فى منطقة شرقى منخفض توشكى فى الوسط الغربى والشمال الغربى والوسط والشمال الشرقى والشرق بها، وهى فى شكل منفرد، وطبقاً لتصنيف ديفز ١٩١٥ الذى أورده أبو العينين (١٩٨٩، ص ص ٢٠١ ــ ٢٠٢) لمجموعات الكويستات حسب التقارب والتباعد فإن كويستات المنطقة تعتبر على مسافات متباعدة، وبشكل فردى، ويتركز معظمها فى مناطق أشباه السهول والسهول والمناطق الصخرية ذات الطبوغرافيا المموجة.

(أ) الخصائص المورفومترية للكويستات :

تتسم الكويستات بعدة خصائص مورفومترية سواء فى الأبعاد أو الانحدار أو رواسب أسطح الكويستات. فمن حيث أطوال الكويستات يصل متوسط الطول ٠,٥٠٣ كم، فى حين يبلغ متوسط عرض الكويستات ٠,٣ كم، هذا ويبلغ أقل اتساع ٤٤,١ متراً بينما يزيد إلى ١٧١,٣ متراً للكويستات التى تم قياسها ميدانياً. أما ارتفاع الكويستات فيبلغ المتوسط ١٠,٧ متراً، وتتراوح قيم الارتفاع ما بين المترين وبين ٢٢ متراً، ويبلغ متوسط المساحة ٠,١٦ كم٢ لعدد ٢٣ كويستا مما يعكس صغر مساحة الكويستات بالمنطقة، فى حين يبلغ إجمالى مساحة الكويستات بالمنطقة ٣,٦٨ كم٢ والتى تمثل ٠,١٪ من جملة مساحة المنطقة كما فى جدول (٢١).

وينحدر ظهر الكويستا انحداراً هيناً فى اتجاه الميل الطبقى العام (جودة، ١٩٨٠، ص ٢٧٦) ولما كان متوسط درجة انحدار الظهر فى المنطقة يبلغ ٨,٧° لذا فهو انحدار متوسط، فى حين نجد أن انحدار أوجه الكويستات يزيد عن ذلك ليصل المتوسط ٢٣° أى أنها شديدة الانحدار طبقاً لتصنيف يانج للانحدارات (Young, 1972, P. 173) كما فى جدول (٢١) بينما يشير أبو العينين (١٩٨٩، ص ٢٠٥) إلى أن انحدار حافة الكويستا الأقل من ١٠° يعتبر انحدارها بسيطا.

---

(١) أول من استخدم هذا التعبير هو الباحث هيل Hill عام ١٨٩٦م أى منذ مائة عام ويعنى جميع مختلف الانحدار ثم عرفها ديفيز بعد ذلك تعريفاً دقيقاً وهو المستخدم الآن (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ١٩٧)

جدول (٢٢) : الخصائص المورفومترية للكويستات شرقى منخفض توشكى.

	الطول	الاتساع	درجة الانحدار		الارتفاع	سمك الرواسب سم		عمق التجوية فى الظهر	المساحة
	كم	كم	الوجه	الظهر	م	الوجه	الظهر	سم	كم٢
المتوسط	٠,٥٠٣	٠,٣	٢٣	٨,٧	١٠,٧	٠,٣٧	٠,٢٣	٠,٣٥	٠,١٦٠
عدد الحالات	٣٢	٣٢	٥	٥	٧	-	-	-	٢٣
عدد المدروس ميدانياً	-	٧	٧	٧	٧	٦	٦	٦	-
المجموع	٣٢	٣٩	١٢	١٢	١٤	٦	٦	٦	٢٣

* تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية ١ /٥٠٠٠٠ والخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ ، والدراسة الميدانية.

ويتسم نسيج الرواسب على أسطح الكويستات بأنها متشابهة فى كونها رملية حسب قياس متوسط حجم الرواسب وإن كانت تتفاوت في درجة النعومة أو الخشونة لهذا النوع من الرواسب، حيث يتراوح المتوسط بين ϕ ـ ٠,٨٧ وهو الرمل الخشن جداً وبين ϕ ١,١٩ وهو الرمل المتوسط وإن كان يسودها الرمل الخشن حيث أن معظم قيم المتوسط تقع فى فئة الرمل الخشن، هذا بالإضافة إلى أن تصنيف الرواسب يتسم بأنه تصنيفاً رديئاً بشكل عام.

(ب) عوامل النشأة :

هناك عاملان أساسيان ساعدا على نشأة الكويستات بالمنطقة وتشكيلها وهما العامل الجيولوجي والعامل المناخي. فقد أثر العامل الجيولوجي سواء نوع الصخر أو البنية الجيولوجية على نشأة الكويستات في مواضعها الحالية. فصخور المنطقة يوجد بها مكونات صخرية تتسم بعدم توافق طبقاتها، كما هو الحال فى عدم التوافق بين تكوين جارا من الايوسين الأسفل، وتكوين كُركُر من الباليوسين (Awad & El-Sorady, 1987, P. 15) كما أن الحجر الرملى النوبى به طبقات رقيقة من الطين والطفل (El-Shazley et al , 1977, P. 51) فى الجزء الشمالى من جبل أم شاغر.

لهذا فأن كلاً من الحجر الجيرى والحجر الرملى به خاصية عدم التوافق ويبدو ذلك فى كويستا رقم (٦) حيث يوجد بين طبقاتها الطفل وهو هنا عبارة عن الكاولينيت فى شكل مفكك وصفائحى وأدى هذا إلى تراجع السفح الخلفى للكويستا بشدة والذى يعرف بوجه الكويستا، كما يوجد الجبس بانتظام فى شكل عروق بسمك ١ ـ ٦ سم وموازياً للطبقات (Geofizika, 1966, P. 23) وقد وجد ذلك فى كويستا رقم ٦ والتى سهلت عملية النحت والتراجع لوجه الكويستا وأوجدت عدم التوافق بين طبقات الصخر، خاصة أن معظم الصخور حجر رملى، بالإضافة إلى ميل الطبقات الصخرية تجاه الشمال والتى ترتبط بها ظاهرة الكويستات.

أما عن تأثير البنية الجيولوجية فقد لاحظ الباحث أن مواضع الكويستات خاصة وجه الكويستا ومحوره له علاقة بخطوط الصدوع. وعلى المستوى الإقليمى نجد أنها تكونت بسبب التصدع الذى حدث بالمنطقة فى هيئة كتل شبه سلمية وأن الرمية السفلى على المستوى الإقليمى كانت تجاه الشمال (Ibid, P. 36) والتى أصبحت الأن ظهر الكويستات وأصبح ميل الطبقات الصخرية تجاه الشمال، حيث أن الطبقات الرسوبية التى حدث لها تصدعاً نجد أن الميول أحياناً تصل إلى ٣٥° (Ibid, P. 40) كما أن هناك طيات صغيرة محورها شرق الشمال الشرقى ـ غرب الجنوب الغربى كما سبق الذكر والتى تمثل محاوراً أساسية لإتجاهات أوجه الكويستات، وعلى ما يبدو أن بعض الكويستات تمثل مناطق تحدبات حيث تم نحت الأجزاء المقعرة حولها وأصبحت منخفضة وتمثل مسارات ومحاور لنحت المناطق المحدبة وقد أشار إلى هذه العملية أيضاً مابوت (Mabbutt, 1977, P. 144) .

وفى محاولة للربط بين توجيه الكويستات واتجاهات البنية كما فى جدول (٢٣) نجد أنه رغم اختفاء الارتباط بين الصدوع ذات المحور الشمالى ـ الجنوبى إلا أنه يوجد أثر لتوجيه الكويستات فى المحاور المختلفة الأخرى، فالمحور شمال ١٥° شرق يستأثر بمقدار ٢,٥٪ من عدد محاور أوجه الكويستات وهو يمثل محور بنية نظام شرق أفريقيا، وفى اتجاه ٢٥° شمال شرق يوجد ٧,٧٪ من عدد حالات الكويستات ويمثل نظام بنية خليج العقبة، أما المحور ٥٥° شمال شرق فله نسبة تساوى النسبة السابقة (٧,٧٪) وهو نظام بنية الأقواس السورية، فى حين يستأثر الاتجاه ٧٥° ـ ٩٠° شرقاً بحوالى ٢٣,١٪ وهو محور نظام بحر تثس والتى إذا

أضفنا إليها نفس المحور الغربى ٥٧٥ ـ ٥٩٠ غرباً لوصلت النسبة إلـى ٥٨,٩٪ مـن عدد الكويستات. وقد أشار الشاذلى وزملاؤه (El-Shazley et al., 1977, P. 40) إلـى أن هذا المحور الغربى يمثل محوراً لطيات حدثت بالمنطقة. ويصل مجموع نسبة النظم البنائية السابقة ٧٦,٨٪ من جملة نسب اتجاهات الكويستات بينما تمثل النسبة الباقية نتاجاً للصدوع المحلية والفواصل والطيات الصغيرة التى حدثت بالمنطقة.

أما تأثير العامل المناخى فى نشأة الكويستات فى هذه المنطقة فهو على غير المتوقع، حيث أن اتجاهات تكرار هبوب الرياح كمؤشر لفعل عامل الرياح — لاتتطابق مع اتجاهات محاور الكويستات إلا فى الاتجاه شمال الشمال الشرقى (٥١٥ ـ ٥٤٥) والذى يستأثر فقط بنسبة ١,٨٩٪ من عدد الكويستات ويرجع هذا إلى وقوف حافة سن الكداب بمحور شرقى غربى لتضعف الرياح ويصبح تأثيرها فى اتجاهات محدودة ومن هنا فإن عامل البنية وميل طبقات الصخر هو الأساس فى نشأة الكويستات بالمنطقة.

(ج) العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة :

يتعرض سطح الكويستا لعمليات التجوية سواء الميكانيكية أو الكيماوية، حيث يتعرض الصخر للتمدد بسبب تسخين أشعة الشمس لسطح الصخر نهاراً وينكمش ليلاً. واعتماداً على بيانات محطة أسوان الواقعة على خط عرض ٥٨َ ٥٢٣ وجد أن متوسط درجات الحرارة نهاراً فى يناير ٥٢٣,٥ م وتقل ليلاً إلى ٥٨,١ م كما أن المتوسط يرتفع فى شهر يوليو إلى ٥٤١,١ م نهاراً وينخفض ليلاً إلى ٥٢٤,٨ م (للفترة ٦٠ ـ ١٩٧٥) كما فى جدول (٢٤) كما سجلت حالات انخفضت فيها درجة الحرارة إلى ٥١,٦ م (عام ١٩٦٨) فى يناير وزادت إلى ٥٤٩,٣ م فى يونية عام ١٩٦١ مثل هذا الفارق قد يعمل على تمدد الصخر نهاراً وانكماشه ليلاً، ولما كان الصخر ردئ التوصيل للحرارة فإن التأثيرات الحرارية تكون غير عميقة وتمتد بضعة سنتيمترات قليلة العمق (Bloom, 1979, P. 109) ولذا يحدث تشقق للسطح الصخرى العلوى الذى يتفكك بسبب هذا التمدد والإنكماش، ويتكسر ويتحول إلى أجزاء صغيرة تدريجياً، ويعرف هذا النوع باسم التجوية بالعزل Insolation weathering.

جدول (٢٣) : اتجاهات محاور الكويستات واثر البنية فى نشأتها شرقى منخفض توشكى.

الاتجاه	شرقاً						غرباً						
زاوية الاتجاه	٧٥ ٩٠	٦٠ ٧٥	٤٥ ٦٠	٣٠ ٤٥	١٥ ٣٠	صفر ١٥	صفر ١٥	١٥ ٣٠	٣٠ ٤٥	٤٥ ٦٠	٦٠ ٧٥	٧٥ ٩٠	المجموع
عدد الكويستات	٥	٤	٣	٧	٣	ـ	١	ـ	١	١	٤	١٠	٣٩
النسبة ٪	١٢,٨	١٠,٣	٧,٧	١٨	٧,٧	ـ	٢,٥٥	ـ	٢,٥٥	٢,٥٥	١٠,٣	٢٥,٥٥	٪١٠٠
أنواع ونظم البنية	نظام بحر تشس		نظام الأقواس السورية		نظام خليج العقبة ٥ ـ ٢٥	نظام شرق إفريقيا				٥٥ شمال غرب	نظام بحر تشس		

* تم القياس من الصور الجوية ١ / ٥٠,٠٠٠ والدراسة الميدانية.

جدول (٢٤) : زيادة متوسط درجات الحرارة فى التربة بالعمق على المدى اليومى فى محطة الخارجة (٦٤ ـ ١٩٧٥) على عمق ١٠ سم .

زمن القياس	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجة الحرارة الساعة ١٢	١٨,٢	٢٠,٩	٢٥,٩	٣١,٤	٣٦,٣	٣٨,٤	٣٨,٨	٣٨,٦	٣٥,٨	٣١,٧	٢٥,٣	٢٠,٨
درجة الحرارة ٦ مساءاً	١٩,٢	٢٢,٢	٢٧	٣٢,٢	٣٦	٣٩,١	٣٩,٨	٣٩,٤	٣٦,٢	٣١,٨	٢٥,٥	٢٠,٤

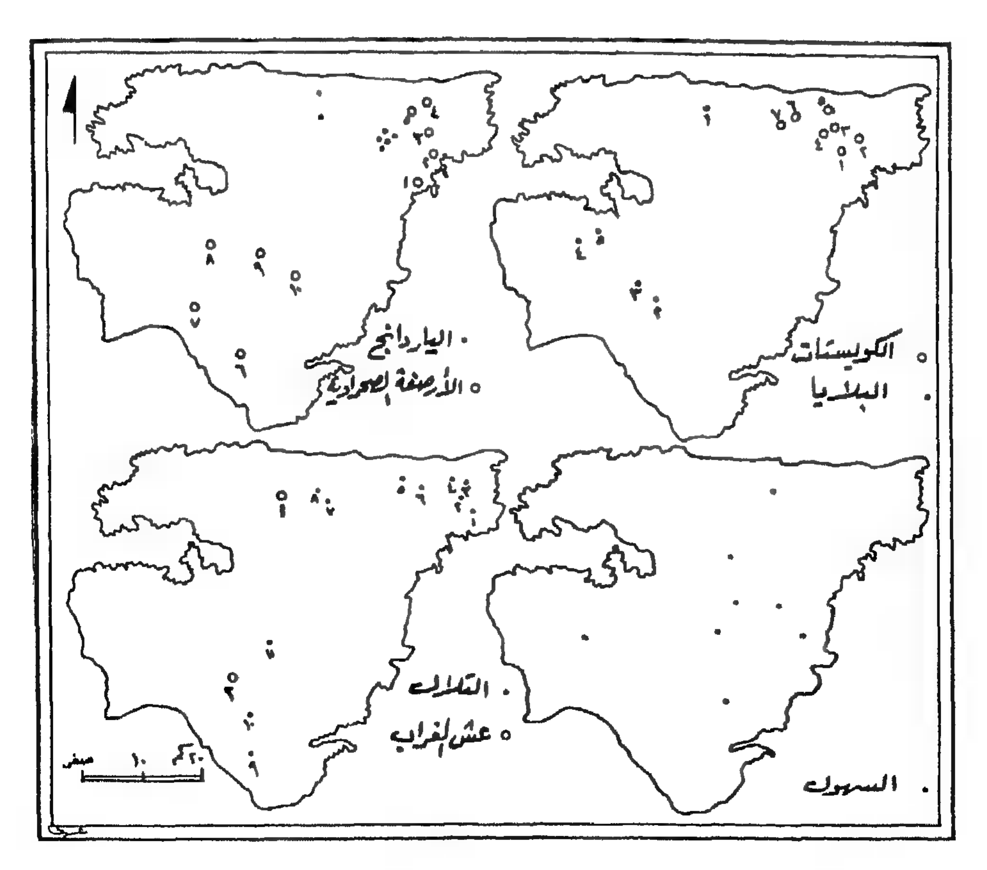
المصدر : Meteorological Authority, 1975

ويفسر سمول (Small, 1978, P. 304) عملية التجوية بأنها نتيجة التمـدد حيث أن الضغوط الرأسية تكون قوية فى نطاق سطحى ضحل بـالصخر وأن معظم المعـادن المكونة للصخر ضعيفة التوصيل للحرارة وبهذه الطريقة تنتج كسور موازية لسـطح الصخر وبشكل شرائحى وغالباً مـا تكـون منحنيـة الأضـلاع وتمثـل تقشـراً للصخـر وتعرف بالتجويـة البصلية Onion Weathering ويظهـر هـذا بوضـوح علـى أسـطح الكويستات كما فى كويستا رقم ٣ علـى سبيل الذكر حيث أنهـا مرصعـة بـالجلاميد الذى ينتشر على السطح.

ويساعد انكشاف السطح وقلة الغطاء النباتى الطبيعى على استقبال المنطقة كمية أشعة شمسية كبيرة، فعلى سبيل الذكر تراوحت نسبة الإشعاع الشمسى خـلال أشـهر السنة فى الفترة (٦٤ ـ ١٩٧٥) فـى محطـة الخارجـة بيـن ٨٢٪ و ٩٣٪ والتـى تقـع على خـط عـرض ٢٧ َ ٢٥ ° شـمالاً، خاصـة إذا علمنـا أن المنطقـة تقـع حـول مـدار السرطـان.

ونتيجة زيادة درجات الحرارة بالعمق بسبب تخزين الحـرارة، وسـرعة فقدانهـا من السطح أسرع من العمق فإن هذا قد أدى إلى ارتفـاع الحـرارة فـى العمـق نسـبياً عن السطح وهذا يعمل على انكماش السطح واستمرارية تمدد الأجزاء الواقعة تحتـه مما يؤدى إلى تكسير الصخر نتيجة القوة الناتجة عن زيادة الضغط الناتج عن زيـادة حجم الصخر وحدوث التمدد أساسـاً، لـذا ينكسـر الصخـر ويتفتـت ويصبـح عرضـه للنحت والإزالة بفعل عوامل أخرى، وبالتالى تخفيض مستوى الكويسـتات. وبقيـاس سمك الطبقة المجواة فوق أسطح الكويستات ميدانياً وجد أن متوسط هذا السمك يبلـغ ٣٥ سم.

وتمثـل عمليـة بـرى الحبيبـات الخشـنة علـى أسـطح الكويسـتات العمليـة الجيومورفولوجية الثانية، حيث تتعرض هذه الأجزاء للنحت بفعل الرياح وبمسـاعدة حمولتها من الرواسب الرملية التى تستخدمها كأدوات نحت أيضاً. فالكويسـتا رقـم ٢ كما فى شكل (٣٣) يبدو على سطحها سيادة التجويـة الميكانيكيـة، كمـا أن الكويسـتا رقـم ٣ يغطـى سـطحها جلاميـد كبير الحجم وهـذا يعكس تفكك الطبقـة الصخريـة السطحية، وينتشر على هذا السطح بعض الرمال التى أصطدمـت بـالجلاميد، ويبـدو الجلاميد مصقولاً بفعل عمليات البرى بواسطة الرياح.



شكل (٣٣) : مواضع العينات والقياسات الميدانية للظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية شرقى منخفض توشكى.

وتعتبر التذرية العملية الميكانيكية الثالثة، حيث تعمل الرياح على إزالة المواد الناعمة وتركيز الحبيبات الخشنة على أسطح الكويستات. وهناك طريقة يمكن أن نطبقها للكشف عن عملية التذرية وهى الطريقة التى يقاس بها تجانس التربات والتى وضعها بارشاد Barshad عام ١٩٦٤ وهى مقدار نسبة الرمل الناعم مقسوماً على الرمل الخشن (أنظر Evans, 1978, P. 362) . وبتطبيقها مكانياً على الرواسب أسطح الكويستات المختلفة وجد أن القيمة ترتفع نسبياً فى بعض الكويستات وتقل نسبياً فى البعض الأخر.

وتعتبر زيادة قيمة الرمل الناعم دلالة على قلة التذرية، حيث أن يسهل إزالة المواد الناعمة بسهولة، كما يعكس فى المقابل أن الصخر قطع شوطاً كبيراً فى العمليات الأخرى وازدادت الرواسب نعومة بالمنظور الميكانيكى. وقد أظهرت القيم أن قيمة المعامل للرمل الخشن مقسوماً على الرمل الناعم يتراوح بين ٠,٤ و ٠,٨٤ وهو يزيد فى ثلاثة كويستات ويقل فى الثلاثة الأخرى، ويشير كوك إلى ان غياب الطين أيضاً يدل على أن الرواسب الناعمة تفقد عادة بفعل عمليات النحت (Cooke, 1970, P 567).

أما النوع الثانى من أنواع التجوية فهو التجوية الكيميائية حيث يوجد نوعان أساسيان لها هما التموء Hydration والإذابة Solution. فعملية التحلل التى تحدث للصخر ينتج عنها كميات من السليكا. ومن المعروف أن الأحجار الرملية تحتوى على نسبة عالية من حبيبات الرمل التى تلتحم بمواد لاحمة من السليكا والحديد والشوائب الأخرى (يوسف ١٩٨٧) لذا فإن عملية الإذابة تتم للمادة اللاحمة ويتخلف عن ذلك حبيبات الرمل.

ورغم أن المناطق الصحراوية تتميز بضآلة الأمطار إلا أن القليل منها قد يسبب حدوث التجوية الكيميائية (المرجع السابق، ص ١٦٥) ومن المعروف أن كمية الأمطار السنوية فى الخارجة لاتزيد عن ٠,٥ سم وفى أسوان ٠,٧ سم خلال الفترة (٦٠ ـ ١٩٧٥) ولكنها بتفاعلها مع الصخر ينتج مثل هذه العملية الجيومورفولوجية. ونظراً لوجود بعض الكويستات ذات الصخور الجيرية فإنها تكون أكثر تأثراً بعملية الإذابة والتحلل المائى من تلك التى يكون غطاؤها من صخور الحجر الرملى النوبى والتى تتركز أساساً فى الشمال الشرقى والشرق. وفى أثناء الدراسة الميدانية لاحظ الباحث احتفاظ البلايا بجزء من الرطوبة مما يعنى تعرض المنطقة لبعض الأمطار بكميات أكبر فى بعض السنوات وبالتالى تمارس العمليات الكيميائية عملها فى تجوية أسطح الكويستات. كما أن وجود بعض النباتات الصحراوية على أسطح البلايا أو على أطرافها دلالة قاطعة على وجود الرطوبة من حين لآخر.

أما عملية النحت التى تتعرض لها أوجه الكويستات فهى تكون أكثر فعالية بالنسبة لهذه العملية، حيث يشتد الانحدار، وحيث توجد على طول محاور معظم

الكويستات الملامح البنائية التى تساعد على حدوث النحت والتقويض سواء كانت صدوع أو فواصل، بالإضافة إلى عدم التوافق الطبقى الذى يسهل حدوث عملية النحت وتراجع وجه الكويستا تجاه الشمال والشمال الغربى والذى يمثل إتجاه ميل الطبقات المكونة للكويستا.

رابعاً : أشكال النحت :

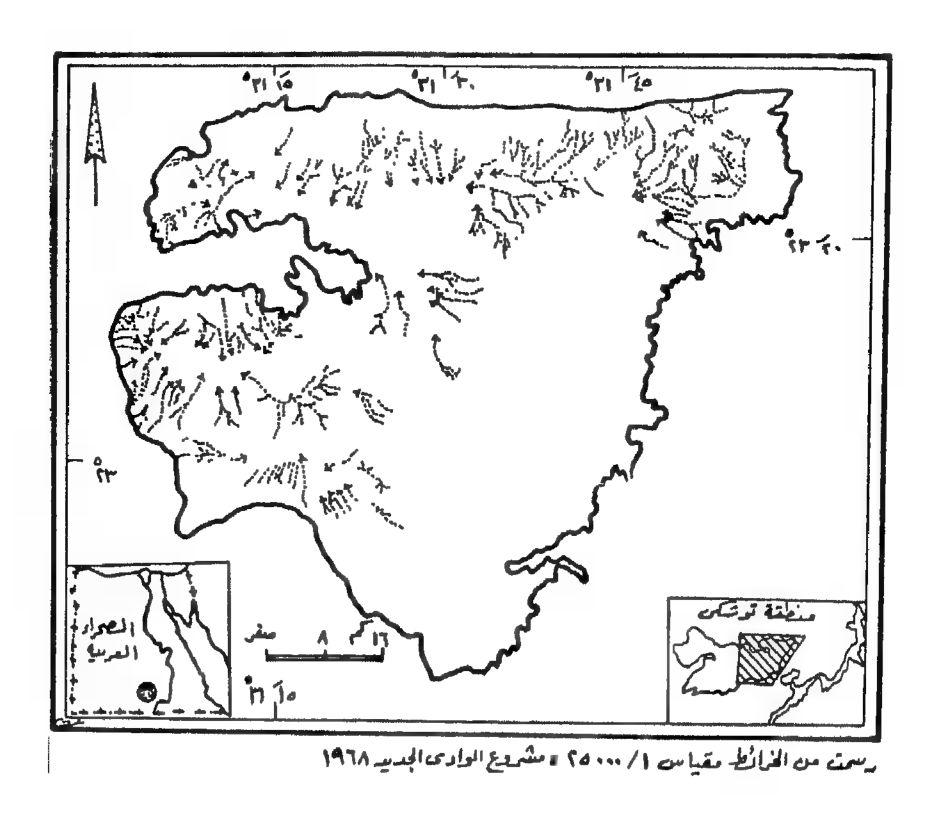
تشتمل منطقة شرقى منخفض توشكى على عدة أشكال ناتجة عن عوامل النحت وتضم كل من الأودية الجافة، والياردانج، والميسا، والأرصفة الصحراوية، والتلال، وعش الغراب، والسهول وأشباه السهول.

(١) الأودية :

توجد مجموعة من شبكات التصريف والتى تظهر بوضوح وسط وغرب وشمال المنطقة بينما تختفى الأودية تقريباً من الجزء الشرقى والجنوبى الشرقى. وقد تراوحت رتب الأودية طبقاً لتصنيف سترهلر ما بين الأودية ذات الرتبة الواحدة والأودية من الرتبة الرابعة، وتمثل الأولى ٣٣,٧٪ من جملة عدد الأودية البالغ عددها ٩٨ وادياً، بينما تبلغ نسبة الثانية ٤٪، أما شبكات التصريف التى تكون رتبة أوديتها الرئيسية من الرتبة الثانية والثالثة فتبلغ نسبتهما ٤٧٪، ١٥,٣٪ من جملة الأودية على التوالى.

وقد بلغ معامل التشعب فى الأودية من الرتبة الثانية قيمة تتراوح من ٢ ـ ٩، ولكن بلغ متوسط هذا المعامل ٣,٣٧ أما أودية الرتبة الثالثة فقد وصل التشعب قيمة تتراوح بين ١,٥٣ وبين ٥,٢١ ووصل متوسط هذا المعامل ٣,٠٨ فى حين زادت قيمة المعامل فى الأودية ذات الدرجة الرابعة وتراوحت القيمة بين ٣,٣٦ و ٥,١٨ وزاد المعدل العام لتشعب هذه الأودية فى المنطقة بشكل عام إلى ٤,١٩ وهى كلها قيم تعكس أن الأودية تمثل فى معظمها أشكالاً نحتية أكثر منها أودية صدعية تتبع خطوط الضعف البنيوى وإن كانت الأودية ذات النشأة الصدعية توجد فى الحافة الشمالية والمناطق الغربية.

ويمكن تمييز نمطين من أنماط التصريف بالمنطقة هما نمط التصريف المركزى ونمط التصريف الإشعاعى، ويسود النمط الأول على جوانب المنطقة خاصة فى الشمال والشمال الغربى والغرب والجنوب الغربى حيث تتجه الأودية من المنسوب الأعلى إلى المنسوب الأقل ارتفاعاً، أى نحو قلب المنطقة ولذا فهو يمثل نمطاً مركزياً كما فى شكل (٣٤) أما النمط الثانى فهو يسود على جوانب الحافات الجبلية والكتل الجبلية المعزولة والكبيرة فى أبعادها، حيث تنحدر الأودية من على جانبى هذه الكتل نحو المناطق المنخفضة والسهول المحيطة بهذه الحافات بشكل إشعاعى، ويسود هذا النمط فى الأجزاء الوسطى لمنطقة الدراسة.



شكل (٣٤) : خطوط التصريف المائى فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

أما عن أنماط الأودية نفسها فيمكن تمييز ثلاثة أنماط أساسية، النمط الأول منها هو النمط الخطى والذى يمثله الأودية التى لاتزيد رتبتها عن الرتبة الأولى والتى سبق ذكرها بأنها تمثل ٣٣,٧٪ من جملة أعداد الأودية بهذه المنطقة وهى إما فى الجنوب أو الجنوبى الغربى. أما النمط الثانى فهو النمط الشجرى ويظهر فى الشمال الشرقى والشمال الغربى بالإضافة إلى وجوده بالجزء الأوسط مرتبطاً فى ذلك بنطاقات البهادا بشكل أساسى كما ترتبط معظم المراوح الفيضية الكبيرة المساحة بالمنطقة بنمط تصريف شجرى. أما النمط الثالث فهو النمط المتوازى ويتركز هذا النمط بالحافة الشمالية وهى حافة سن الكداب.

وقد لعبت الأودية دوراً رئيسياً فى تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية. فبالإضافة إلى كونها مظهراً من مظاهر النحت فإنها قامت بدور كعامل من عوامل الإرساب وتشكيل الظاهرات الإرسابية سواء المراوح الفيضية أو البلايا وسوف يأتى ذلك فيما بعد عند مناقشة عوامل نشأة كل منهما.

(٢) السهول وأشباه السهول :

(أ) توزيعها :

تمثل السهول فى المنطقة ظاهرة نحتية بالدرجة الأولى، حيث تم نحت وتخفيض أجزاء عديدة من المنطقة بحيث وصلت هذه الأجزاء إلى مرحلة شبه السهل، ثم أعقبها عمليات إرساب حديثة سواء كان الإرساب فيضياً أو هوائياً بفعل الرياح، وهذا الإرساب يكسب السطح مميزات خاصة من حيث نسيج الرواسب.

وتتوزع السهول وأشباه السهول فى المنطقة فى كل الأجزاء الشرقية والوسطى والشمالية وبعض الأجزاء الشمالية الغربية والجنوبية الغربية، وهى من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية امتداداً ومساحة، حيث تبلغ جملة المساحة ٢٩٤٦,٦٧ كم٢، ولذا فإنها تمثل ٧٤,٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة كما فى جدول (٢١) ويجب أن نشير إلى وجود نوعين من السهول هما سهول النحت والتى تسودفى الشرق والوسط والجنوب، وسهول الإرساب ومنها سهول البهادا والتى ترتبط بالحافات وتقع أسفل البيدمنت وهذه توجد فى الشمال والغرب.

(ب) الخصائص المورفومترية للسهول :

يتراوح فارق منسوب المناطق السهلية عما جاورها من المناطق المرتفعة ما بين ٥ ـ ١٥ متراً ويبلغ المتوسط عشرة أمتار، وتصل قيمة الانحراف المعيارى لعدد ١٣ حالة قياس ٤,٧ لذا فإن نسبة الأختلاف فى مناسيب السهول تبلغ ٤٧٪ تقريباً والتى تعكس وجود مستويات مختلفة لهذه السهول ويكون مرجعه أساساً إلى نوعية هذه السهول والعوامل المؤثرة فى نشأتها فيما بعد.

وتتراوح درجات انحدار السهول فى منطقة الدراسة ما بين أقل من نصف الدرجة وبين ٢,١°، ووصل متوسط انحدار ١٣ حالة ٠,٥٢° مما يعكس أن السهول فى المنطقة غالباً مستوية فى هيئتها أو خفيفة الانحدار.

أما أشباه السهول Pediplains فتمثل مناطق أكثر انخفاضاً عما جاورها ولكنها لم تصل بعد إلى حد السهل بسبب وجود بعض التلال المتناثرة، أو الهيئة ذات الطبوغرافيا المموجة، والتى تعطى فى النهاية ارتفاعات مميزة عن الوسط المحيط بها. ومن خلال تطبيق الخريطة الجيومورفولوجية التى عملت من صور جوية بمقياس ١ / ٥٠٠٠٠ مع الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها ومطابقة المقاييس تبين أن أرتفاعات أشباه السهول تراوحت بين ٩ ـ ٣٢,٥ متراً عما جاورها من ظاهرات كما فى شكل (٣٢) وجدول (٢٥) ووصل متوسط الارتفاع ٢٠,٥ متراً وبلغ الانحراف المعيارى ٧,٩٨ لذلك فإن معامل الأختلاف وصل ٣٨,٩٪ لعشرة قياسات مما يدل على وجود اختلاف واضح بين مناطق أشباه السهول، ويرجع أساساً إلى اختلاف التطور النحتى لأجزاء المنطقة من جهة وأختلاف أنواع الصخور من جهة أخرى، كما أن متوسط الانحدار بلغ ٠,٧ من الدرجة.

وبمطابقة مواقع أشباه السهول بالخريطة الجيولوجية وجد أن تكوين كُركُر وهى صخور جيرية الأصل تبدو أكثر ارتفاعاً بالنسبة لمنسوب أشباه السهول وأشد انحداراً، أما فى تكوين قصيبة وهى صخور من الحجر الرملى فقد اختلف المنسوب وأصبح بين ٢٠ ـ ٢٢ متراً وقل الإنحدار إلى مابين ٠,٥٢° و ٠,٢٨° كما فى جدول (٢٥) وهى صخور يتم تجويتها بدرجة أسرع فى هذه البيئة الجافة، كما أن أشباه السهول المرتبطة بصخور النيس نجدها الأقل ارتفاعاً مقارنة بالنوعين السابقين وإن كانت ترتفع قيمة درجة الانحدار نسبياً وتصل ٠,٦٥° كما فى جدول (٢٤) وبهذا يبدو أثر العامل الصخرى فى تطور أشباه السهول.

جدول (٢٥) : الخصائص الجيومورفولوجية لأشباه السهول بمنطقة شرقى منخفض توشكى*.

الظاهرة	الصفة	الارتفاع بالمتر	الانحدار بالدرجة	الطول كم	متوسط الاتساع كم
أشباه السهول	المتوسط	٢٠,٥	٠,٧	٩,٣٢	٣,٣
	الانحراف المعيارى	٧,٩٨	٠,٣٢	٦,٦	١,٤٣
	معامل الاختلاف	٣٨,٩	٤٥,٧	٧٠,٨	٤٣,٣
	عدد الحالات	١٠	١٠	١٠	١٠
أنواع الصخور	تكوين كُركُر (جيرى)	٣٢,٥	٠,٦٩	٢٤,٥	٣,١٣
	تكوين قصيبة	٢٠	٠,٢٨	٨,٥	٣,٧٥
	الحجر الرملى	٢١,١	٠,٥٢	٨,٢٣	٣,٦
	نيس	١٢,٣	٠,٦٥	٥,٥٧	٢,٢٦

* تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية وخرائط ١ / ٢٥٠٠٠، ومطابقتهما مع الخريطة الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠ .

وتظهر أشباه السهول فى شكل مناطق ومساحات متناثرة، غالباً ما تحيط بها نطاقات السهول أو مناطق التلال المتميزة، ولذلك فإن متوسط أطوال هذه المناطق ٩,٣٢ كم ويبلغ الانحراف المعيارى ٦,٦ لذا فإن نسبة اختلاف أطوال مناطق أشباه السهول المتباعدة تبلغ ٧٠,٨٪ وهى قيمة مرتفعة نسبياً وتعكس التفاوت الواضح بين أطوال مناطق أشباه السهول فى حين يقل الاتساع إلى ثلث هذه القيمة تقريباً وتصل نسبة الاختلاف إلى ٤٣,٣٪ وهذا يعكس التباين الواضح بين أبعاد أشباه السهول الموزعة بالمنطقة وذلك بسبب تباين الصخور المكونة لها ما بين الصخور الجيرية وصخور الحجر الرملى النوبى والصخور الأركية من نوع النيس المتحول.

ويتصف نسيج تربة السهول بالمنطقة بأنه رملى، حيث أن الأحجام السائدة رملية بمختلف الدرجات على أسطح هذه السهول، ويتراوح متوسط أحجام الرواسب السطحية التى تم جمعها ميدانياً ما بين ϕ ٠,٥٧ وبين ϕ ١,٩٨ أى مابين الرمل الخشن والرمل المتوسط، وهى رواسب رديئة التصنيف أو رديئة جداً فى صفة التصنيف، كما فى جدول (٢٦) وشكل (٣٥) .

جدول (٢٦) : التحليل الحجمى لرواسب السهول شرقى منخفض توشكى.

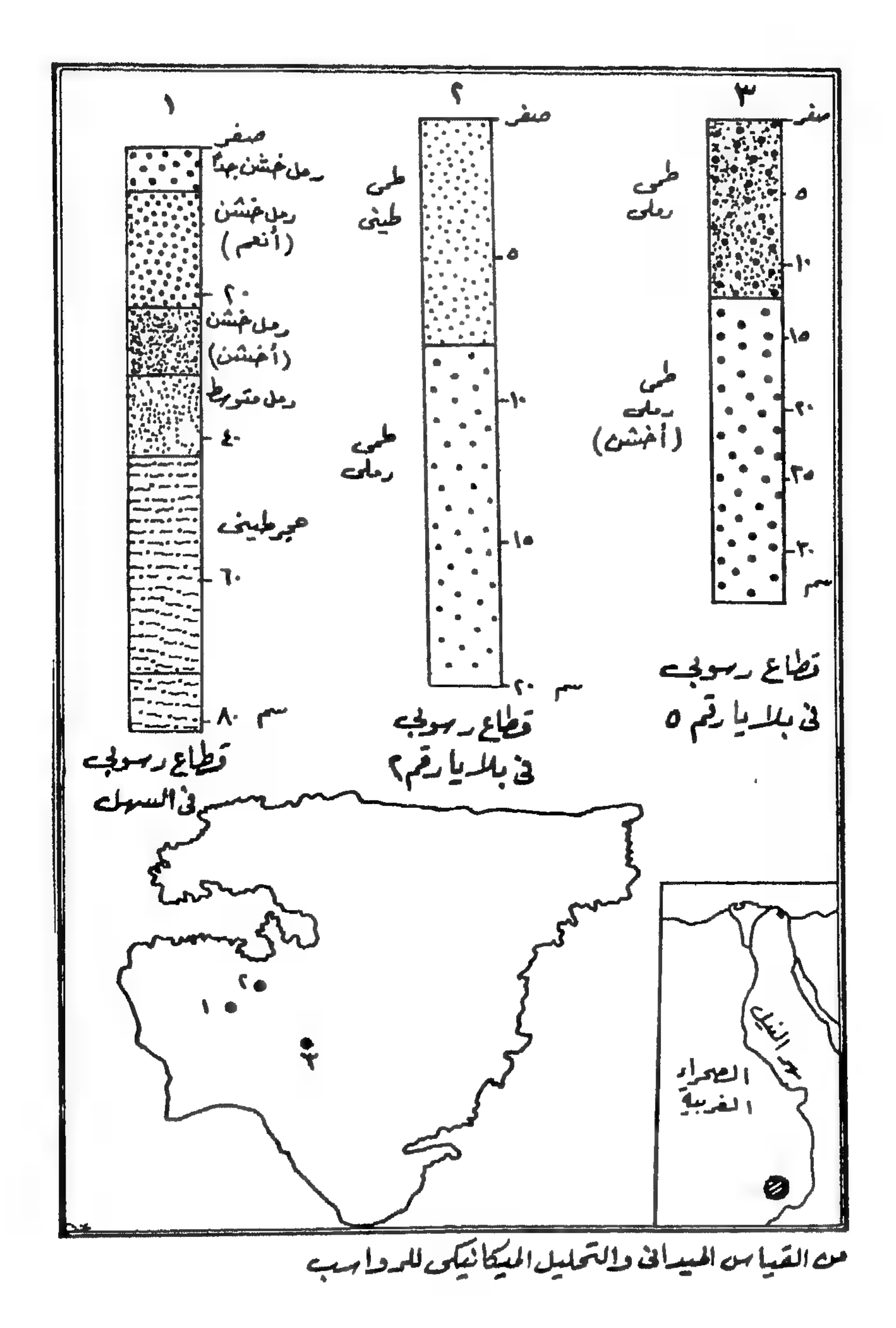
رقم العينة	وزن العينة بالجرام	متوسط الحجم ϕ	نوع الرواسب	معامل التصنيف	صفة التصنيف
١	٢٤٤	١,١٣	رمل متوسط	١,٩٩	ردئ
٢	٢٥٨	٠,٥٧	رمل خشن	٢,٠٥	ردئ جداً
٣	٢١٤	١,٥	رمل متوسط	١,٩٢	ردئ
٤	٢٣٩	٠,٨٨	رمل خشن	٢,٣٤	ردئ جداً
٥	٢٤٩	١,٨٢	رمل متوسط	١,٥	ردئ
٦	٩٢,٥	١,٩٨	رمل متوسط	١,٧٤	ردئ
٧	٩٧	١,٤٦	رمل متوسط	١,٤٦	ردئ

* جمع وتحليل الباحث بمعمل التربة بقسم الجغرافيا ـ جامعة القاهرة وتطبيق معادلات Folk & Ward, 1957

عوامل النشأة :

تشترك عدة عوامل فى تكويـن السـهول وأشباه السـهول بمنطقة الدراسـة منهـا العامل الجيولوجى والعامل المناخى والعامل الفيضى.

ويعتبر العامل الجيولوجى عاملاً مؤثراً بدرجة كبيرة فى نشأة السـهول، حيث تتبـاين الأنـواع الصخريـة التـى تغطـى سـطح المنطقـة وتختلـف بذلـك فـى درجـة استجابتها لعوامل النحت السائدة. فهناك الصخور الطباشيرية فـى المنـاطق الشـمالية الشرقية والشمالية، ويتعاقب معها تكوين اسنا السفلى، هذه الصخـور هـى تكويـن كُركُر ويتكون شبه السهل فى هذه المناطق (El-Shazley et al , 1977, P. 27) وهـذا الموضع أكثر طولاً وضمن المناطق الأقل اتساعاً مما يدل على اتجاهها نحو التقلص من حيث الاتساع ـ بمعنى آخر نحت الجوانب وتخفيضها، ولما كـان تكويـن قصيبـة من مكونات من الحجر الرملى والحجر السلتى الطينى فأنه يتم نحتـه بدرجـة أسـرع لذا فإن أشباه السهول المرتبطة بها تكون أقصـر طـولاً من السـابقة (تكويـن كركـر) بينمـا تفوقهـا نسـبياً فـى الاتسـاع وقلـة ارتفاعهـا ممـا يـدل علـى اسـتجابتها للنحـت والتخفيض بمعدل أسرع مما جعلها أقل منسوباً.



شكل (٣٥) : الأعمدة الرسوبية للسهول والبلايا فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

أما صخور النيس فقد تكونت بها أشباه السهول ولكنها أقل فـي أبعادهـا ويرجـع هنا إما إلى قلة انتشارها نسبياً أو أنها تعرضت لتاريخ نحتى طويـل قبل أن تغطيهـا الصخور الرسوبية ثم انكشفت عنها الصخور الرسوبية بفعل عوامل النحت السـائدة بالمنطقة.

ويعكس شكل (٣٢) وصول عمليات النحت فى شرائح طين إسنا إلى حد جعلهـا مناطق منخفضة، وسهلت هذه العملية وجود التكوينات الطينية مما أدى الوصـل بهـا إلى مرحلة السهل، ثم تراكمت الرواسب الحديثة فوق هذه الصخور الطينية. أضـف إلى ذلك أن إنكشاف هـذه الطبقـات الطينيـة فـى بعـض الحافـات الجبليـة فـى الوسـط والجنوب الغربى سهل عملية الوصول بهذه المنـاطق لمرحلـة شبه السـهل، كمـا أن تكوين كركر الذى تم نحته فى أجزاء كثيرة وسط المنطقة والـذى يرتكـز فـوق طيـن إسنا الذى سهل من عملية تكوين السهول تضم جزءاً من منخفض توشكى.

ويمثل المناخ العامل الثانى الذى أثر فى تكوين السهول واشباه السهول، وحيـث أنه قد أشار أبو العز (١٩٦٦، ص ٣٦٩ نقلاً عن بول وبيدنل) إلى أن الرياح لعبـت دوراً أساسـياً فـى حفـر منخفضـات الصحـراء الغربيـة، ولأن بـول يـرى أن طبيعــة الصخور وعدم التوافق بين طبقاتها يسهل عملية الحفر بواسطة الرياح لذا فإن عملية النحت بالرياح هـى نفسـها التـى سـاهمت فـى عمليـة النحـت والتخفيض والوصـول بـالأجزاء السـطحية إلـى مرحلـة السهل أو شبه السـهل، وسـاعد علـى ذلـك جفــاف المنطقة فى فترات عديدة، ووجود طبقـات لينـة يسـهل علـى الريـاح نحتهـا وإزالتهـا خاصة الصخور الطينية والحجر السلتى وغيرهما.

وقد لعب العامل الفيضى دوراً لايقل أهمية عن دور العاملين السابقين، حيث أن المنطقة كثيراً ما تعرضت لفترات مطيرة عبر التاريخ الجيولوجى خاصة فى أمطـار عصر البلايوسين وأمطار عصر البليستوسين والتى كونـت شبكات أوديـة بالمنطقـة وأستطاعت هـذه الأوديـة أن تقوم بعمليـات النحـت والنقل والإرسـاب. وتتجـه هـذه الأودية نحو المواضـع المنخفضة فى المنطقة وعملت علـى ردم المنـاطق المنخفضـة ونحـت المنـاطق المرتفعـة وتقليـل منسـوبها وبذلـك تكونـت بعـض السـهول وأشـباه السهول (Geofizika, 1966, P. 17).

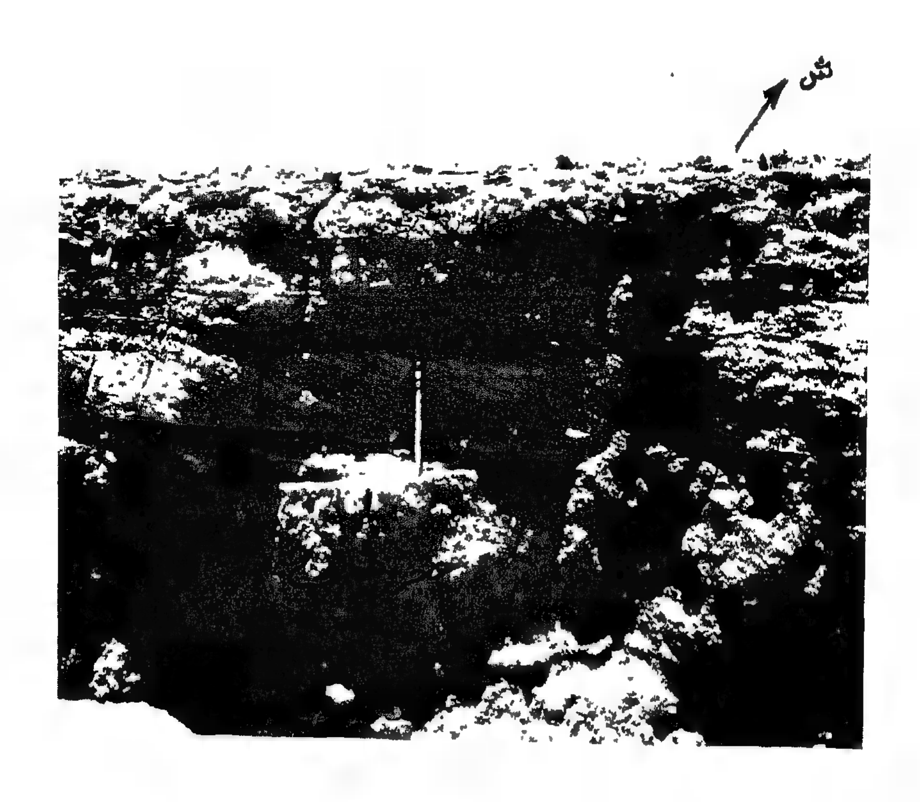
وتتميز أسطح أشباه السهول بالمنطقة بوجود أنظمة الصرف الداخلى، والتى تمارس عملها حتى الأن للوصول بسطح المنطقة إلى مرحلة السهل فى النهاية وخير مثال على ذلك الحافات الوسطى والغربية الموزعة بالمنطقة. ففى شكل (٣٢ و٢٩) على سبيل المثال نجد أن الأودية الصحراوية توجد فى سهول البهادا الواسعة الامتداد والتى تصرف مياهها بعض تجاه الجنوب هو الحال فى الحافة الشمالية وهى توجد بشكل متسع، كما تصرف بعض الأودية تجاه الشمال وذلك فى الوسط الغربى بالمنطقة والتى تعكس وجود طبقات إرسابية رقيقة السمك، مفككة الرواسب، وتعكس أيضاً تكوين هذه الرواسب على مراحل إرسابية مختلفة، وتتميز رواسب كل مرحلة بنسيج مختلفة وأحجام مختلفة من الرواسب التى تراكمت فوق طبقة من الحجر الطينى الذى ينتمى إلى تكوينات إسنا السفلى.

ويبدو فى القطاع الرسوبى وجود أربعة مراحل إرسابية اساسية الآولى منها هى الأقدم وهى الطبقة الرسوبية التى ترتكز فوق تكوينات الحجر الطينى ونسيجها رمل متوسط الحجم، وتبلغ قيمة المتوسط ϕ ١,٧٦ ، وسمكها ١١ سم، ويرقد فوقها طبقة من الرمل الخشن والتى يبلغ متوسط حجم الحبيبات ϕ ٠,٦٢ وسمكها ١٠,٥ سم. وبالاتجاة إلى أعلى نجد طبقة رواسب من الرمل الخشن أيضاً ومتوسط حجم حبيباتها ϕ ٠,٥٥ وإن كانت رواسبها أميل إلى النعومة منها إلى الخشونة بمقارنتها برواسب الطبقة الواقعة أسفل منها، وسمك هذه الطبقة كبيراً نسبياً ويبلغ ١٦ سم، فى حين نجد أن رواسب الطبقة السطحية نسيجها رمل خشن جداً ومتوسط حجم الحبيبات ϕ -٠,٣٨ ومرصعة ببعض من الحصى وسمكها ٥,٥ سم. وبشكل عام فإن إجمالى سمك الرواسب المنقولة والتى ترقد فوق طبقة طين إسنا يبلغ ٤٢ سم وبمساحات كبيرة وتعكس أثر عامل الارساب فى تكوين المناطق السهلية وتشكيل نسيج رواسبها وهذه الرواسب رديئة فى صفة تصنيف الحبيبات. كما فى جدول (٢٧)، وصورة (٤).

جدول (٢٧) : التحليل الحجمي لرواسب القطاع الرسوبي في سهول شرقي منخفض توشكي.

سمك الطبقة من أعلى سم	وزن العينة جم	متوسط الحجم ϕ	نوع الرواسب	معامل التصنيف	صفة التصنيف
٥,٥	١٨١,٢	- ٠,٣٨	رمل خشن جداً	١,٩	ردئ
١٦	٢١٨,٤	٠,٥٥	رمل خشن	١,٤	ردئ
١٣,٥	٣٢٣,٨	٠,٦٢	رمل خشن	١,١٣	ردئ
١٤,٥	٢٢٦	١,٧٦	رمل متوسط	١,٢٥	ردئ

* جمع وتحليل الباحث والترتيب من أعلى لأسفل



صورة (٤) : تتابع الطبقات الإرسابية فوق الحجر الطيني بأحدى السهول شرقي منخفض توشكي.

(٣) الأرصفة الصحراوية[1] Desert pavements :

تنتشر ظاهرة الأرصفة الصحراوية بمناطق السهول وأشباه السهول بمنطقة الدراسة، وهى أكثر شيوعاً فى المناطق التى يتم تركيز الحبيبات الخشنة بها على السطح ويكون السطح خالياً من النبات الطبيعى، ويتركب السطح من شظايا حادة أو مستديرة وتكون عادة بسمك حجر واحد أو اثنين يرتكز فوق مواد أنعم مكونة من خليط من الرمل والسلت والطين (Cooke & warren, 1973, pp. 120 - 121) . ومثل هذه الأرصفة إما غطاءات متخلفة عن التجوية أو وجدت فوق التكوينات الفيضية) (Cooke, 1970, p. 560 وتتوزع الأرصفة فى منطقة الدراسة فوق أسطح السهول واشباة السهول من جهة وفوق أسطح المراوح الفيضية من جهة أخرى، الآولى تمثل أرصفة ناتجة عن النحت بينما الثانية تعتبر أرصفة ناتجة عن الارساب.

(١) الخصائص المورفومترية :

يتراوح طول الرصيف الصحراوى ما بين ٥٠ – ٢٠٠ متر، ويصل المتوسط ١٠٠,٦ متر بينما يبلغ متوسط الاتساع تقريباً نصف القيمة حيث يبلغ ٥٠,٤ متراً.

وتختلف الأرصفة فى ارتفاعاتها، حيث يتراوح ارتفاعها بين ٧ سم وبين ١٧٥سم، ويصل متوسط الارتفاع ٤٩,٣ سم والانحراف المعيارى ٥٢,٨ ولهذا فإن نسبة الاختلاف ١٠٧,١ ٪ وهى نسبة كبيرة وتعكس تفاوتاً كبيراً أيضاً فى عملية النحت والتخفيض لسطح الآرض والوصول به إلى الاستواء الكامل.

وتتميز الأرصفة الصحراوية بأفقية السطح عادة، وإذا كانت منحدرة فإن أقصى حد للميل يتراوح بين ٥°- ١°(حمدان، ١٣٩٦ هـ،ص ١١). وبالنظر إلى انحدارات الأرصفة الصحراوية بالمنطقة نجد أنها تتراوح بين ٠,٥° وبين ٤,٥° أى أنها تتراوح ما بين الاستواء والانحدار الخفيف طبقاً لتصنيف يانج للانحدارات (Young,1972,p.173) . ويصل المتوسط العام لانحداراتها ١,٩° أى أن الانحدار خفيف جداً. وتتباين فيما بينها فى الانحدار، حيث يصل الانحراف المعيارى ١,٢٥ ونسبة الاختلاف ٦٥,٨٪.

---

(١) الأرصفة الصحراوية هى مواد حجرية توجد بكثافة فى الصحارى وعلى السطوح المنخفضة مثل المراوح الفيضية والبيدمنت، حيث تتجمع الأحجار والحبيبات الخشنة على سطوح تميل فى حطتها ميلاً خفيفاً (Mabbutt, 1977, p 119)

جدول (٢٨) : الخصائص الجيومورفولوجية للأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى.

	سمك الطبقة العليا سم	إرتفاع الرصيف سم	درجة الانحدار	سمك الطبقة المجواة سم	طول الرصيف بالمتر	إتساع الرصيف بالمتر	كثافة الحصى / سم٢
المتوسط	٣,١	٤٩,٣	١,٩	–	١٠٠,٦	٥٠,٤	٠,٠٩
أقل قيمة	٠,٨	٧	٠,٥	٣٣	٥٥,٣	١٧,٩	٠,٠٥٢
أكبر قيمة	٦	١٧٥	٤,٥	١٠٠ +	١٧٠	٩٣,٥	٠,١٢٥
الإنحراف المعيارى	١,٦٨	٥٢,٨	١,٢٥	–	–	–	–
عدد حالات القياس الميدانى	١٠	١٠	١٠	٦	٤	٤	٧

* تم القياس من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

وبقياس سمك الطبقة الحصوية العليا ميدانياً والتى تغطى أسطح الأرصفة وجد أنها تتراوح بين ٠,٨ سم وبين ٦ سم، وتصل قيمة المتوسط ٣,١ سم والانحراف المعيارى ١,٦٨ لذا فإن نسبة الاختلاف فى سمك طبقة الحص ٥٤,٢٪، هذا الاختلاف قد يكون مرجعه إلى كبر حجم الحبيبات نسبياً واختلافها فى الحجم من رصيف لآخر.

وبفحص الأرصفة الناتجة عن عمليات التجوية والنحت الموضعى فقط وجد أن سمك الطبقة التى حدث لها تجوية وتفككت رواسبها من الصخر الآصلى فى موضعها يتراوح بين ٦سم وقد يزيد ليصل إلى أكثر من ١٠٠سم ويؤثر فى ذلك اختلاف نوع الصخر فى استجابتة لعمليات التجوية وتفتت، ما بين الحجر الجيرى بمختلف أنواعة والحجر الرملى.

وتتسم رواسب الأرصفة الصحراوية بالمنطقة بسيادة النسيج الرملى، حيث تراوح متوسط حجم رواسب العينات التى تم تحليلها ميكانيكاً (وأخذت حتى عمق ١٥سم) بين ϕ ٠,٧٦ وبين ϕ ٢,٩٥ أى ما بين الرمل الخشن والرمل الناعم. مثل

هذا التباين فى نسيج رواسب الارصفة يمكن أن نرجعه إلى اختلاف العمليات الجيومورفولوجية التى تمارس عملها بالأرصفة وتعمل إما على تفكك الصخور وزيادة نعومة رواسب الرصيف أو تعمل على تذرية الرواسب الناعمة تاركة الرواسب الآخشن مرصعة لسطح الرصيف. وبصفة عامة فإن المعدل الحجمى لرواسب الأرصفة يبلغ ١,٦٧ ϕ أى أن نسيجها رملى متوسط كما فى جدول (٢٩). كما أنها رواسب تتسم بأنها رديئة أورديئة جداً فى صفة التصنيف، ويرجع ذلك إلى عمليات التذرية التى تخل بالترتيب الحجمى فى رواسب الرصيف الواحد.

جدول (٢٩) : نتائج تحليل رواسب الأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى (حتى ١٥سم).

رقم الرصيف	وزن العينة بالجرام	متوسط الحجم ϕ	نوع الرواسب	معامل التصنيف	صفة التصنيف
١	٤٦٧,٨	١,٧٦	رمل متوسط	١,٦٧	ردئ
٢	٢١٢	١,٣٩	رمل متوسط	٢,٠٧	ردئ جداً
٥	٣٥٤	١,٣٦	رمل متوسط	١,٩٩	ردئ
٦	١٣٨	٠,٧٦	رمل خشن	٢,٢٣	ردئ جداً
٧	٤٧٦	٢,٤٥	رمل خشن	١,٣	ردئ
٨	٢٩٩	٢,٠٥	رمل ناعم	١,٦٦	ردئ
٩	٢٤٢	٢,٩٥	رمل ناعم	١,٥١	ردئ
١٠	٤٩٢	٠,٦٤	رمل خشن	٢,٠٧	ردئ جداً

*جمع وتحليل الباحث وتطبيق معاملات فولك وورد. Folk &ward, 1957

وبتحليل قلوية الرواسب الموجودة تحت الأرصفة فى العشر سنتيمترات العليا وجد أن قيم معامل القلوية pH تتراوح بين ٧,٧–٨ أى أن القلوية معتدلة.

كما أن الملوحة الكلية لاتزيد عن ٦٥,٨ جزء فى المليون، وهى ملوحة منخفضة بشكل واضح، كما أن لون التربة أصفر مائل للاحمرار ويرجع هذا إلى عمليات هدم المعادن وزيادة أكاسيد الحديد.(يوسف، ١٩٨٧، ص٢١٨). ويشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, p. 86) نقلا عن ماكلين (Meckelein,1957) إلى أن احمرار رواسب التربة يرتبط بالصحارى بمناخات أكثر رطوبة فى الماضى حيث أشار إلى ذلك.

ويعطى يوسف (١٩٨٧ ص ١١٥) تفسيراً لهذه القيم بأن عملية ترسيب وتراكم كربونات الكالسيوم بالأعماق هى من عمليات تكوين التربة بالأراضى الجافة وشبه الجافة، وبزيادة ذوبان كربونات الكالسيوم فى فترات حدوث المطر تذوب كربونات الكالسيوم ويساعد على ذلك مقدار القلوية، فبزيادة القلوية يقل الذوبان ومن هنا فإن معدلات ذوبان كربونات الكالسيوم بالمنطقة قليل نسبياً نتيجة زيادة القلوية ووصولها إلى ٠,٨ كما أن درجة القلوية بهذه الرواسب ضعيفة، ونتيجة لقلة الذوبان نسبياً تقل الملوحة الكلية.

أما عن خصائص الحصى الذى يغطى أسطح الأرصفة الصحراوية فلها عدة جوانب منها الحجم والنوع والشكل والتفلطح فمن حيث أحجام الحصى نجد أن قيم متوسط أحجام الحبيبات تتراوح بين ١,١٥ سم وبين ١,٨٤ سم، أى بين الحصى المتوسط الحجم وبين الحصى الخشن، وقد وصل المعدل العام لحجم حبيبات الحصى بالمنطقة ١,٥٣ سم مما يعكس أن الحصى متوسط بشكل عام كما فى جدول (٣٠).

جدول (٣٠) : الخصائص الحجمية والشكلية لحصى الأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى.

رقم الرصيف	عدد الحبيبات المقاسة	متوسط حجم الحبيبات سم	معامل الشكل	معامل التفلطح	نوع الحصى
١	١٣٢	١,٨٤	١,٢٧	٢,٨	خشن
٤	٣١	١,٢٤	٢,٧٢	٧,٣١	متوسط
٦	٨٧	١,٧٤	١,٠٢	٣,٩	خشن
٧	٥٣	١,٧٦	٠,٧٩	٢,٤	خشن
٨	٨٧	١,٣	٠,٧٨	٢,٥	متوسط
٩	٥٧	١,١٥	٠,٨٤	٢,٤	متوسط
١٠	٤٦	١,٧	٠,٧١	٢,٧	خشن
المعدل العام	٤٩٣	١,٥٣	١,١٦	٣,٤٣	متوسط

* جمع وقياس الباحث وتطبيق معادلات الشكل وتفلطح الحبيبات

وبتطبيق معامل الشكل Shape Factor الذى طبقه (Barreett, 1980, P. 249) وذكره أشينبرنير (Aschenbrenner, 1956) وهو = $F = \frac{L \times S}{I^2}$

حيث أن L = طول الحبيبة

S = ارتفاع الحبيبة

I = عرض الحبيبة

وحيث أن ناتج المعادلة يمتد من صفر إلى ما لا نهاية أى أنها قيمة أكبر من الصفر بشكل عام فإنه بتطبيقها على رواسب الأرصفة الصحراوية بالمنطقة وجد أن قيمة المعامل يتراوح متوسطها بين ٠,٧١ كما فى جدول (٣٠) كأقل قيمة وبين ٢,٧٢ كأكبر قيمة، ويصل المعدل إلى ١,١٦ وتعكس هذه القيم أنها صغيرة نسبياً وقد يكون هذا راجعاً إلى صغر حجم حبيبات الحصى وهو من النوع المتوسط بشكل عام.

وقد طبق الباحث المعادلة المستخدمة فى قياس تفلطح الرواسب Flatness والتى ذكرها (Barrett, 1980, P. 249) (نقلاً عن ونتوورث Wentworth عام ١٩٢٢) وهى :

$$\text{التفلطح} = \frac{\text{طول الحبيبة + عرض الحبيبة}}{\text{٢} \times \text{ارتفاع الحبيبة}}$$

وتتراوح قيم المعامل بين ١ و ما لا نهاية وقد جاءت قيم متوسط معامل تفلطح الرواسب بالمنطقة بين ٢,٤ وبين ٧,٣١ ويصل المعدل العام ٣,٤٣ ويعكس أن عملية نحت الحبيبات عن طريق البرى متوسطة نسبياً، ويرجع ذلك بسبب ضعف تأثير عامل الرياح نسبياً فى نحت الحبيبات وصقلها.

وقد وصلت كثافة الحصى [1] على السطح قيم ما بين ٠,٠٥٢ حبيبة / سم٢ وبين ٠,١٢٥ حبيبة / سم٢ وبمعدل ٠,٠٩ حبيبة / سم٢ ، وتبدو الكثافة منخفضة نسبياً مقارنة بالدراسات السابقة لهذه الخاصية. فقد ذكر كوك أن كثافة الحصى على السطح بلغت ٠,١١ ـ ١,٢ حبيبة / سم٢ في كاليفورنيا (Cooke, 1970, P. 566) ووصلت في منطقة الحمادة بهضبة نجد بالمملكة العربية السعودية ٠,٧١ ـ ١,٥٦ حبيبة / سم٢ (التركماني، ١٩٩٦، ص ٥٨) وقد يرجع ذلك إلى شدة تجوية ونحت الحبيبات حيث وصلت بها عمليات النحت إلى حجم الحصى المتوسط الحجم وبالتالي قلة أعدادها في النهاية فتقل الكثافة.

(ب) العمليات الجيومورفولوجية بالأرصفة الصحراوية :

تتضمن دراسة العمليات الجيومورفولوجية بالأرصفة جانبين الأول : يخص الرصيف الصحراوي بشكل عام والثاني يخص الحصى الذي يغطي أسطح الأرصفة. ويمكن التعرف على عدة عمليات جيومورفولوجية منها التذرية، والغسل، وهجرة الرواسب الحصوية لأعلى، وعمليات التجوية الكيميائية للرواسب أسفل الرصيف من جهة ولحصى الرصيف نفسه من جهة أخرى والتي تكسبها مظهر ورنيش الصحراء.

وتعتبر عملية التذرية أولى العمليات المؤثرة في تشكيل الأرصفة الصحراوية ويذكر كوك (Cooke, 1970, P. 561) أن بلاك Black من أوائل الذين أشاروا لعملية التذرية في نشأة الأرصفة الحجرية منذ قرن من الزمان من خلال استكشافاته في صحاري كاليفورنيا، حيث يؤدي حدوثها إلى نقل الرواسب الناعمة وإزالتها من على السطح تاركة رسوبيات خشنة متخلفة على السطح، وذكر كوك بأن الرمل الناعم يتم إزالته من بين حبيبات الحصى قرب السطح فيصبح الحصى غزير.

ويمكن تطبيق أحد المقاييس الكمية لتقييم عملية التذرية بمنطقة الدراسة والذي طبق في ظاهرة الكويستات وهي نسبة الرمل الخشن إلى الرمل الناعم. وبقسمة النسبة الأولى على النسبة الثانية في ٨ عينات وجد أن قيمة المعامل وصلت ٠,٢٨ كأقل قيمة و١,٨٨ كأكبر قيمة، أي أن هناك مناطق التذرية بها واضحة وهي التي تزيد بها القيمة عن الواحد الصحيح وتوجد في عينتين فقط، أي أن ٢٥٪ من مناطق الأرصفة تظهر بها عملية التذرية بوضوح كما في جدول (٣١) أما باقي العينات فالمعامل أقل من الواحد الصحيح ولذا فإن عملية التذرية بها بطيئة.

---

(١) تم حسابها ميدانيا من حساب عدد الحصى في مساحة ٣٠ × ٣٠ سم في منتصف الرصيف

جدول (٣١) : التقييم الكمى لعمليات التذرية بالأرصفة الصحراوية فى شرقى منخفض توشكى.

رقم الرصيف	١	٢	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	المعدل العام
نسبة الرمل الخشن إلى الناعم	١,٨٨	٠,٣٢	٠,٤٥	٠,٥	٠,٢٨	١,٠٣	٠,٣١	٠,٣٢	٠,٦٤

* عمل الجدول من نتائج التحليل الميكانيكى للرواسب، والقيم الاصلية عبارة عن نسب مئوية.

ويمكن تفسير ذلك من خلال سرعات الرياح فى كل محطتى أسوان والخارجة، حيث أن متوسط سرعة الرياح اليومية فى محطتى الخارجة ٩ عقدة / الساعة (للفترة ٦٤ ـ ١٩٧٥) وفى أسوان ٨,٥ عقدة / الساعة للفترة (٦٣ ـ ١٩٧٥) أى أن الرياح بشكل عام هى من نوع النسيم الهادئ، والمعدل العام للسرعة أقل من النسيم المعتدل الذى يثير الأتربة (أبو العينين، ١٩٨١، ص ١٦٢) مما يجعل عملية التذرية للرواسب الناعمة ضعيفة، خاصة وأن الرواسب الناعمة يحيط بها رواسب أخشن والتى ترقد فوقها أيضاً.

وكان من نتائج ضعف سرعة الرياح فى الفترات الحديثة نسبياً، أن قل تأثيرها أيضاً فى عملية برى الحبيبات الحصوية كما سبق الذكر والتى تمثل العملية الثانية التى تحدث برواسب الأرصفة الصحراوية.

أما العملية الثالثة بعد التذرية والبرى فهى عملية الغسل، حيث يتم تركيز الحبيبات بفعل النحت الجديلى Wash Erosion ويتم السحق عن طريق التدفق المائى، والذى يبدو أنه أكثر تأثيراً من نحت الرياح لحبيبات التربة الناعمة على الأرصفة الصحراوية المنحدرة (Mabbutt, 1977, P. 124) ويظهر هذا بوضوح فى النطاق الذى تتوزع به مجارى الأودية الضحلة فى المنطقة، وعلى أسطح المراوح الفيضية فى الأجزاء الشمالية على وجه الخصوص، كما يبدو أثر هذه العملية فى الجنوب والجنوب الغربى وفى الجزء الأوسط حيث يساعد الانحدار الخفيف على نشاط عملية النحت الجديلى وتركيز الحبيبات ونقل الرواسب الناعمة إلى المنخفضات ومواضع البلايا.

وهناك عملية رابعة تساهم فى تشكيل سطح الرصيف الصحراوى وهى هجرة الحصى إلى أعلى، حيث يتحرك الجبس والطين بالتربة إلى أعلى فى أثناء فترة البلل لهذه المكونات فى فترات سقوط المطر (Mabbutt, 1977, P. 125) وفى أثناء ذلك يحدث صعود الحبيبات لأعلى بسبب تمدد الجبس والطين والرواسب الناعمة عن طريق الانتفاخ والانبعاج لأعلى ثم يحدث انكماش لمكونات الطين بعد ذلك فى فترة الجفاف (Dales & Pewe, 1979, P. 84) وبتكرار هذه الدورة تظل حبيبات الحصى على السطح ويهبط الطين فى فترة الجفاف إلى مستوى أدنى منها.

ويعتبر ورنيش الصحراء Desert Varnish أحد نتاج عمليات التجوية الكيميائية التى تحدث لسطح الحصى الذى يغطى الأرصفة الصحراوية ويمثل ورنيش الصحراء مظهراً يميل إلى اللون الأسود ويظهر على أسطح الصخور، وهو نتيجة لوجود غشاء معدنى رقيق، وأول من أطلق عليه هذا الإسم هو ميريل Merrill عام ١٨٩٨، ويصل سمك الأغشية المعدنية الرقيقة ٠,٥ ـ ٧ سم، بينما سمك الورنيش أحياناً يصل مابين ٠,٥ ـ ٣ مم (Cooke & Warren, 1973, P. 87) .

وبفحص عينتان فى رصيفى ٧، ٨ وجد أن سمك طبقة الورنيش الصحراوى ١,٧ و ١,٨ ملليمتر فيهما على التوالى، ويذكر مابوت (Mabbutt, 1977, P. 129) أن سمك القشرة التى يحدث لها هذا النوع من التجوية يصل إلى ٣ مم بسبب الغنى فى أكاسيد الحديد والمنجنيز ويظهر موقعها شكل (٣٣).

وبإجراء عملية التحليل المعدنى لورنيش الصحراء وجد هوك وآخرون انه تحدث فى معظم الحالات زيادة محتوى أكاسيد الحديد وأكاسيد المنجنيز فى الصخر والاتجاه نحو تكوين ورنيش الصحراء بالاتجاه لسطح الحبيبة، بينما يقل المحتوى من ثانى أكسيد السليكون (السليكا) والألومنيا وأكاسيد البوتاسيوم حيث يقل المحتوى فى السيلكا ويهبط بحدة بينما تزيد كل من أكاسيد الحديد والمنجنيز بشدة ملحوظة، كما أن أكاسيد المنجنيز نفسها تزيد بشدة واضحة تجاه السطح عبر ورنيش الصحراء عن الزيادة التى تحدث فى أكاسيد الحديد نفسه (Cooke & Warren, 1973, P. 89).

ويظهر التحليل المعدنى فى جدول (٣٢) أن نسبة المعادن التى تحتوى على السيلكا والألومنيا وأكاسيد البوتاسيوم تقل بشكل عام فى المركب المعدنى على أسطح الحبيبات (الحصى) مقارنة بالقلب، حيث تقل نسبة الكوارتز فى رصيف رقم ٧ (وهو مركب أكسيد السليكون أساساً) من ٣٤,٨٪ فى القلب إلى ١٢,٣٪ على السطح أى انه يقل إلى ثلث قيمته تقريباً، كما يقل من ٥١,٥٪ فى القلب إلى ٢٧,٩٪ على السطح فى الرواسب الخشنة لرصيف رقم ٨ ونجد أيضاً أن معدن الإليت والذى يتركب من سليكات بوتاسيوم والومنيوم تقل نسبته من ٢,٣٪ فى قلب الحبيبة إلى ٢,٢٪ على سطح الحبيبة فى رصيف رقم ٧، كما تقل النسبة أيضاً من ٥,٤٪ فى القلب إلى ١,٦٪ على سطح الحبيبة فى رصيف رقم ٨.

أما عن تركيز عنصر الحديد على أسطح الحبيبات فنجد أن معدن الجيوسيت والذى يتركب من أكاسيد الحديد فيختفى من قلب الحبيبة فى رصيف رقم ٧ وتصل نسبته إلى ١,١٪ من المركب المعدنى لسطح الحبيبة، وإن كان يختفى من عينة رصيف رقم ٨.

وعن عمليات التجوية الكيميائية لبعض المعادن الأخرى فنجد أن معدن الألبيت يعتبر من المعادن المقاومة لعمليات التجوية بدرجة كبيرة (حسن، ومصطفى، ١٩٦٩، ص ٨٤) ولذلك زادت نسبته فى المركب المعدنى فى رصيف ٧ من ٢٪ فى القلب إلى ٢,٢٪ على السطح نظراً لمقاومته للتجوية فتزيد نسبته.

وتعتبر ظروف الجفاف وقلة الأمطار من العوامل التى ساعدت على حدوث بعض التغيرات لمعادن الرواسب الخشنة المكونة للأرصفة الصحراوية، ولذلك يشير حسن، ومصطفى (١٩٦٩) إلى أن المناطق التى يكون الترسيب فيها قليل لاتكفى المياه لغسل الألومنيا والسليكا وبعض القلويات مما يجعلها تتفاعل مع بعضها وتتحد وتكون معادن المونتموريللت ـ إليت M. I. (المرجع السابق ص ٩٩) لهذا نجد أن نسبة هذا المعدن تختفى فى القلب فى رواسب رصيف ٨ بينما تمثل نسبة كبيرة بين معادن سطح الحبيبة لتصل إلى ٢٣,٦٪ من الحجم الكلى للمعادن مما يمثل نتاجاً أخر من نواتج التجوية الكيميائية للرواسب السطحية للأرصفة الصحراوية. كما يحدث أيضاً عمليات تأدرت Hydration لمعدن المونتموريللت وهو مازال فى جسم الصخر حيث ينتفخ ويحدث ضغطاً كبيراً يصل إلى ١٠ طن / للقدم المربعة (المصدر السابق، ص ١١٦) مما يؤدى إلى تفكك الصخر وحدوث التجوية.

وبصرف النظر عن الطريقة التى يتحول بها المعدن إلى معدن أخر فـإن معـدن الليمونيت يتكون عـن معـدن البيريت (المرجـع السـابق ص ١١٨) والمعـروف أن معدن الليمونيت هو أحد مركبـات الحديـد، وبـالنظر لجدول (٣٢) يتضـح أن نسـبة معدن البيريت تزيد من ٢,٦٪ فى القلب إلى ١٢,٧٪ على سطح الحبيبة فى رصيف رقم ٧، كما يزيد تركيزها بنسبة ٣,٩٪ على السطح فى رصيف رقم ٨ ممـا يعطينـا مؤشراً للزيادة المحتملة فى تركيز معدن الهيماتيت (أو عنصر الحديـد) علـى أسـطح الرواسب الخشنة للأرصفة الصحراوية بمنطقة الدراسة.

جدول (٣٢) : أختلاف نسبة التركيب المعدنى بفعل التجوية الكيميائية لظاهرتى عش الغراب وورنيش الصحراء فى شرقى منخفض توشكى.

	ظاهرة عش الغراب		رصيف رقم ٧		رصيف رقم ٨	
	على عمق ٤سم	سطح الصخر	قلب الحبيبة	سطح الحبيبة	قلب الحبيبة	سطح الحبيبة
ميتا هولوسيت	-	٥	٢,٣	٤,٥	١٨,٦	٤,٧
جبسيت	٦,٤	٧,٣	٦,٦	–	–	–
باريت	٥,٢	٨,٩	٢,٦	١٢,٧	–	٣,٩
كوارتز	٣٧,٧	٣٤,٨	١٢,٣	٣٠,٨	٥١,٥	٢٧,٩
كالسيت	١٥,٧	٢٩,٨	٤,٣	٢,٢	١,٥	٢,٣
ماغنسيوم	٧,٨	١,٦	١,٧	١,٩	٣,٣	٧
ماجنيزيت	٤	٨,٧	٢,٣	١,٥	١,٥	–
جيوسيت	١,٥	٤,٦	–	١,١	٣,٣	–
أنكير الكبريت	١,٧	٢,٩	٥,٣	١,٩	٢	٠,٩
المونتموريلليت ـ كلوريت	٢,٣	–	–	–	–	٣,٩
المونتموريللت ـ إليت	٩,٣	–	–	–	–	٢٣,٦
أناتيز	٢	–	١١	٣,٤	٤	١١,٨
اليمنديت	١,٢	–	٦	٤,١	١,٥	٢,٦
إليت	٥,٢	–	٢,٣	٢,٢	٥,٤	١,٦
ماجنيتيت	–	–	٢,٦	–	٢,٥	١,٣
تلك	–	–	–	–	٤,٤	٧,٢
أراجونيت	–	–	٤٠,٧	٣١,٥	٢	١,٣
ألبيت	–	–	٢	٢,٢	–	–
الإجمالى	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠

* تم التحليل المعدنى فى قسم التعدين والبترول، معمل التحاليل بالأشعة السينية، كلية الهندسة. جامعة القاهرة والنسب من حساب الباحث للمساحات تحت المنحنى لكل معدن.

(٤) الميسا [١] :

ترتبط ظاهرة الميسا بعمليات نحت وتراجع الحافات الصخرية،ويعتبر العامل الجيولوجي والعامل الفيضي عاملان أساسيان في تكوينها. فأفقية الطبقات الصخرية عاملاً مؤثراً في ظهور هذا الملمح الجيومورفولوجي بشكل أفقي مسطح. كما أن صلابة الصخر لاتؤثر فقط على عمليات النحت الميكانيكي وإنما تساعد أيضاً في أن تقرر الشكل، وطبيعة الانحدار لبعض الأشكال الجيومورفولوجية والتي تكونت في الصخور الأساسية التي تشكل سفوح الجبال (Small, 1978, P. 115) ومنها ظاهرة الميسا، والتي تكون إما مرتبطة بأفقية الطبقات المكونة لهضبة سن الكداب، أو عمليات تقطع الحافات الجبلية في الجزء الأوسط والغربي بالمنطقة.

ويظهر تأثير العامل الفيضي بوضوح في الحافة الشمالية بالمنطقة والتي تقطعها مجموعة من الأودية الصدعية بمحور شمالي جنوبي، وتعمل هذه الأودية على توسيع مجاريها بالنحت الجانبي، ونتيجة لذلك تخلفت عن عملية النحت أجزاء صغيرة وعديدة هي عبارة عن ظاهرة الميسا بالإضافة إلى ارتباطها بعمليات النحت الفيضي على وجه الخصوص في الحافات الوسطى والغربية بمنطقة الدراسة كما في شكل (٣٣) وهنا يبدو تأثير كل من العاملين الجيولوجي والفيضي في نشأة وتشكيل ظاهرة الميسا.

ويبلغ متوسط طول الميسا ـ والذي تم قياسه كأطول محور يتعامد على الحافة المجاورة ٧٥٦,٨ متراً، ويبلغ معامل الاختلاف ٨٧٪ والذي يعكس تبايناً واضحاً في أطوال الميسا، ويبلغ العرض تقريباً نصف متوسط الطول، حيث بلغ ٣٩٩,٦ متراً، كما وصل معامل الإختلاف ٨٩٪ والذي يعكس أيضاً وجود تبايناً سواء في أطوال أو أتساعات الميسا بالمنطقة والذي يرجع إلى تباينها في أنواع الصخور كما سيأتي فيما بعد.

---

(١) هي عبارة عن هضبة صغيرة مسطحة وجوانبها شديدة الإنحدار، أفقية الطبقات (التوني، ١٩٦٣ ص ٥١٠)

وتختلف الميسا فيما بينها فى الارتفاع عن الأرض المحيطة بها، حيث يتراوح الارتفاع بين ٤ أمتار و ١٠٠ متر، وقد وصل متوسط الارتفاع ٢٦ متراً، والانحراف المعيارى ٢٦,٦٣ لذا فإن معامل الإختلاف يبلغ ١٠٢,٤٪ وهو إختلاف كبير يظهر تفاوتاً نحتياً للميسا نتيجة لإختلاف نوع الصخر من جهة والمرحلة التطورية التى وصلت إليها الميسا من جهة أخرى من حيث النحت والتخفيض كما فى جدول (٣٣).

جدول (٣٣) : الخصائص المورفومترية للميسا شرقى منخفض توشكى.

الخاصية	الطول بالمتر	العرض بالمتر	الارتفاع بالمتر	انحدار الجوانب بالدرجة	المساحة كم٢	البعد عن الحافة كم
المتوسط	٧٥٦,٨	٣٩٩,٦	٢٦	١٠,٨	٠,٣١٨	٤٥٩,٦
الإنحراف المعيارى	٠,٦٥٨	٠,٣٥٦	٢٦,٦٣	٦,٥٥	٠,٤٥٢	-
معامل الإختلاف	٨٧٪	٨٩٪	١٠٢,٤٪	٦٠,٦٪	١٤٢,١٪	-
عدد القياسات	٤٤	٤٤	٢٣	٢٣	٤٤	٢٣

* تم القياس من الصور الجوية ١ / ٥٠٠٠٠ ، مشروع الوادى الجديد، ومطابقتها بالخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها لنفس المقياس.

وقد تراوحت درجة انحدار جوانب الميسا من ٢,٣° إلى ٢٦,٥° أى أن انحدار جوانبها يتراوح بين الانحدار الخفيف والانحدار الشديد، ومتوسط درجات انحدارها يبلغ ٦,٥° أى أنها تتصف بالأنحدار المتوسط بشكل عام، وتتفاوت فى درجات انحدارها فيما بينها حيث يبلغ معامل الاختلاف ٦٠,٦٪ وهذا يرجع إلى تباين النحت الجانبى لسفوح الميسا من واحدة لأخرى ويؤدى تراكم الرواسب عند قواعد سفوحها نتيجة استمرار عمليات النحت والتراجع والتخفيض للسطح إلى تغير الانحدار وبالتالى يقل الانحدار تدريجياً.

وبقياس مساحات الميسا وجد أن متوسط المساحة يبلغ ٣١٨.كم٢، والانحراف المعيارى يبلغ ٤٥٢. ولذا فإن معامل الاختلاف للمساحة يبلغ ١٤٢,١٪ وهى نسبة كبيرة تعكس تبايناً شديداً فيما بينها فى خاصية المساحة، وهذا يرجع إلى المرحلة الجيومورفولوجية التطورية التى وصلت إليها الميسا. فالميسا التى قطعت شوطاً كبيراً فى عمليات النحت والتقويض تكون صغيرة المساحة وقصيرة فى أبعادها وجوانبها أقل انحداراً، وتكون أكثر بعداً عن الحافة التى انفصلت عنها وأقل ارتفاعاً- وهذه

تكون فى مرحلة النضوج والتى تتلاشى بعد ذلك إذا دخلت فى مرحلة الشيخوخة وتتحول إلى سهول صخرية أو أرصفة صحراوية أو تضم لسهول البهادا أو تتحول إلى أية ظاهرة صحراوية أخرى، بينما الميسا الأكثر ارتفاعاً واتساعاً والأكبر مساحة تكون جوانبها أشد انحداراً وتكون مازالت فى مرحلة الشباب وتكون أقرب للحافة. وبالقياس وجد أن متوسط المسافة التى تبتعد بها الميسا عن الحافة فى منطقة الدراسة قد بلغ ٤٥٩,٦ متراً وتتراوح ما بين ١٢٥ متراً كأقل مسافة وبين ٢٠٠ متر كأكبر مسافة تبتعد بها الميسا عن الحافة.

ويؤثر العامل الجيولوجى فى الخصائص المورفومترية للميسا كما فى جدول (٣٤) حيث يزداد الاتساع نسبياً فى الميسا المكونة من الحجر الرملى وتكون اقل ارتفاعاً وأشد انحداراً وأكبر مساحة والتى تبدو أنها ولا شك فى مرحلة الشباب أكثر منها فى مرحلة النضوج بالنسبة لعملية التطور النحتى، وبمعنى آخر أنها فى المرحلة الأولى لعملية النحت أكثر منها فى المرحلة المتقدمة لعملية النحت والازالة وقد يرجع ذلك إلى أن نحت الصخور من قممها وتخفيضها يفوق تراجع سفوحها خاصة وأنها تميزت بوجود حجر طينى سلتى يسهل نحته وتخفيض منسوبها ولذلك تتميز هنا بزيادة المساحة، وشدة انحدار الجوانب التى قد تصل فى قيمتها إلى ضعف نظيرتها تقريباً فى حالة الميسا المكونة من الحجر الجيرى والدولوميت والتى ترجع لمكون كركر وجارا.

جدول (٣٤) : أثر العامل الصخرى فى تشكيل ونحت الميسا شرقى منخفض توشكى.

الخصائص	تكوين قصيبة (حجر رملى وحجر سلتى طينى)	تكوين كُركُر (حجر جيرى ودولوميتى)	تكوين جارا (حجر جيرى)
متوسط الاتساع	٠,٧٧٥	٠,٤٤٨	٠,٤٦٤
متوسط الارتفاع	٢٢,٨	٢٤,٦٨	٢٨,٣
متوسط درجة الانحدار	١٧,٣	٧,٨	٩,٨
متوسط المساحة كم٢	٠,٥٣	٠,٣٩٥	٠,٣١
العدد	٦	٨	٩

* أعد الجدول من مطابقة مواضع الميسا وخصائصها بالخريطة الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠٠

(٥) التلال المعزولة [١] :

تنتشر التلال المعزولة بمنطقة الدراسة خاصة فى مناطق السهول وأشباه السهول والتى تمثل البقية الباقية من دورة النحت الصحراوية فى هذه المناطق التى عملت على الوصول بالسطح إلى مرحلة الشيخوخة وتسوية السطح تماماً وتكوين السهل الصحراوى.

وتختلف التلال فيما بينها من الناحية الجيولوجية، حيث توجد تلال فى الشمال الشرقى للمنطقة مكونة من الحجر الرملى وقد تم تجويتها وأصبحت تلالاً مخروطية، وقليل منها لها قمم مسطحة (El-Shazley et al., 1977, p.50) والبعض الآخر من التلال قد تكون به طبقا طباشيرية كما هو الحال فى منطقة جبل برق السحاب (Ibid., p . 29) فى شمال شرق المنطقة .

وتتسم التلال فى المنطقة بأن متوسط طولها يبلغ ٠,٣١١ كم وعرضها يمثل ٥٢٪ من مقدار الطول حيث يبلغ ١٦٣ متراً فى المتوسط، ويتراوح أقل عرض للتلال ٨ أمتار وأكبر عرض لها ٥٦٣ متراً. أما الارتفاع فيصل المتوسط إلى ١١ متراً تقريباً وأن كان يتفاوت الارتفاع ما بين ١,١٥متر كأقل قيمة وتم قياسها ميدانياً وهو تل فى مرحلة الشيخوخة وبين ٣٧,٥متراً. ووجد أن أكثر من نصفها يقل طوله عن ٢٥٠متراً، وحوالى نصفها أقل من ١٢٥متراً فى الاتساع، كما أن ٦٦٪ منها تقريباً تقل مساحة كل منها عن ٠,٠٥كم٢.

وتصل أقل قيمة لدرجة انحدار جوانب التلال٢,٥° وهو تل تم قياسة ميدانياً وفى مرحلة الشيخوخة، وأكبر قيمة لها تبلغ ٥٠,٥°، أى أن الانحداريتراوح مابين الانحدار الخفيف والانحدار الشديد للغاية، ولما كانت قيمة متوسط درجةالانحدار تبلغ ١٦,١° لذا فإنه يمكن القول بأن التلال الموجودة فى المنطقة تتسم بالانحدار فوق المتوسط حسب فئات تصنيف يانج (Young, 1973) للانحدارات.

هذا ونجد أن معظم التلال بالمنطقة صغيرة المساحة حيث يبلغ متوسط مساحتها ٠,٠٤٨كم٢، وأقل قيمة للمساحة تبلغ ٠,٠٠٣٨كم وأكبر قيمة لها تبلغ ٠,٣٣٨كم٢ كما فى جدول (٣٥).

---

(١) تم دراستها ميدانياً بأحد عينة عشرائية تمثل ٥٪ من حملة عددها والتى وصلت إلى ٦تلال من بين ١٠٩ تل.

جدول (٣٥) : الخصائص المورفومترية للتلال المعزولة شرقى منخفض توشكى.

الخاصية	الطول كم	العرض كم	الارتفاع متر	درجة الانحدار	المساحة كم٢
المتوسط	٠,٣١١	٠,١٦٣	١١,٠٥	١٦,١	٠,٠٤٨
أقل قيمة	٠,٠١٢	٠,٠٠٨	١,١٥	٢,٥	٠,٠٣٨
أكبر قيمة	١,٢	٠,٥٦٣	٣٧,٥	٥٠,٥	٠,٣٣٨
عدد القياسات الميدانية	٦	٦	٦	٦	-
عدد القياسات من الخريطة الجيومورفولوجية	١٠٣	١٠٣	٢٣	٢٣	٩٠
المجموع	١٠٩	١٠٩	٢٩	٢٩	٩٠

* تم عمل الجدول من القياسات الميدانية ومن الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ والخرائط الكنتورية ١/٢٥٠٠٠بعد توحيد المقاييس.

(٦) الياردانج Yardang :

هى حافات ذو هيئة انسيابية نحتت بفعل الرياح، وأول من وصفها وأطلق عليها هذا المفهوم هو هدن Hedinعام ١٩٠٣ فى إقليم التركستان- فى الصين، وهى مظهر شائع يتم نحته فى الصخور اللينة أو متوسط التماسك والتى ترجع إلى عصرى البليستوسين والهولوسين وإن كانت توجد أيضاً فى صخور الحجر الرملى (Ward & Greeley, 1984, P. 829)، ولها وجوه مستديرة ترتفع لأعلى، ومسقطها يشير إلى وجود امتداد لها فى منصرف الرياح (Cooke & Warren , 1973, PP. 249 - 250) وتكون هيئتها الانسيابية موازية للإتجاه العام للرياح السائدة (Twidale & Wopfiner, 1981, P. 356) .

وتتوزع ظاهرة الياردانج بمنطقة الدراسة فى الأجزاء الشمالية فى مناطق أشباه السهول والسهول وبشكل يمتد من الشرق إلى الغرب، وبمحاور شمالية شرقية - جنوبية غربية وتتوزع بشكل فردى فى معظم الحالات كما فى شكل (٣٣ و ٣٤).

(أ) الخصائص المورفومترية للياردانج :

يمكن التعرف على الخصائص المورفومترية لليـاردانج بمنطقة الدراسة من خلال دراسة أبعادها وإنحداراتها كما فى جدول (٣٦) فمن حيث طول الياردانج والذى يمثل محوراً لامتداد الياردانج نجده يتراوح فيما بين ٢,٥ متر كأقل قيمة وبين ٦,٥٣ متر كأكبر قيمة، ويصل متوسط الأطوال ٤,٣ متر وهى فى هذا لاتختلف عن الدراسات السابقة والتى تشير إلى أن الطول يمتد من أمتار قليلة إلى كيلومتر واحد (Cooke & Warren, 1973, P. 250) كما أن الياردانج فى بحيرة روجرز فى كاليفورنيا بلغ أقصى طول لها ٥٠ متراً (Ward & Greeley, 1984, P. 830) .

هذا وتتفاوت أطوال الياردانج فى منطقة الدراسة فيما بينها، حيث وصلت قيمة الانحراف المعيارى للطول ١,٦ ولذا فأن نسبة الاختلاف ٣٧,٢٪ والتى تعكس وجود تبايناً واضحاً بين أطوال الياردانج.

أما اتساع الياردانج فإنه يتراوح بين ٢,١٨ متر كأقل قيمة، وبين ٤,٦٢ متر كأكبر قيمة، ويصل متوسط العرض ٢,٩٣ متر، وتبلغ قيمة الانحراف المعيارى ٠,٨٤ لذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ٦٦,٦٪ والذى يعكس التباين الكبير نسبياً بين عرض الياردانج وإن كان الاتساع صغيراً نسبياً بالمقارنة بالدراسات الأخرى. فالياردانج فى بحيرة روجرز فى كاليفورنيا يبلغ أقصى عرض بها ١٠ أمتار (Ibid, P. 830) وترجع قلة اتساع الياردنج بمنطقة الدراسة إلى حدوث عمليات نحت هذا الشكل الجيومورفولوجى عند الجوانب Flanks مما يقلل من عرض أو اتساع الجسم بشكل فعال (Ibid, P. 832).

وتتسم الياردانج بالمنطقة بقلة الارتفاع وهى سمة مميزة وواضحة بين الياردانج حيث أن أدنى ارتفاع يقل عن المتر الواحد (٠,٩٨ م) وأكبر ارتفاع لها يبلغ ١,٧٢ متر، وهى قيمة لاتزيد عن ثلث ارتفاعاتها فى مناطق أخرى مثلما الحال فى بحيرة روجرز بكاليفورنيا حيث يصل أقصى ارتفاع للياردنج بها ■ أمتار (Ibid , P. 830) وهذا يدل على شدة نحت ظاهرة الياردنج بالمنطقة وأنها اقتربت من مرحلة الشيخوخة أو التقويض النهائى وبعضها وصل إلى مرحلة النضج أو المرحلة

الوسطى لنحت الظاهرة حيث يقل الارتفاع والاتساع والطول بشكل عام لهذه الظاهرة بالمنطقة، ويشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, P. 250) إلى أن ارتفاع الياردانج يختلف ويتراوح بين المتر والمترين حتى يصل إلى ٢٠٠ متر.

جدول (٣٦) : الخصائص المورفومترية للياردانج شرقى منخفض توشكى.

مسلسل	الطول بالمتر	العرض بالمتر	الارتفاع بالمتر	أبعاد الجزء السفلى المنحوت في إتجاه الرياح بالمتر			درجة انحدار الظهر	زاوية الاتجاه العام
				طول	عرض	ارتفاع		
١	٥,٧٥	٣,١	٠,٦٨	١,٣٣	١,٢٨	٠,١٥	٧	٧٥ ق
٢	٦,٥٣	٣,٥٧	١,٧٢	١,٦٢	١,٣١	٠,٥٦	١٤,٥	٩٧غ
٣	٢,٩٥	٢,٢٣	٠,٩٧	٠,٥٨	١,٣٧	٠,٣٦	٠,٥	٧٦غ
٤	٦,١٥	٤,٦٢	٢,٢٢	١,٧٥	٢,٩	١,٥	٣١	٥٥غ
٥	٢,٩	٢,١٨	١,٠٥	٠,٦٢	١,٥٨	٠,٥٣	٦,٥	٨٦غ
٦	٣,٣٢	٢,٥٥	٠,٩٨	٠,٣٦	١,٨٥	٠,٤٢	٧	٧٦غ
٧	٢,٥	٢,٢٦	١,٢٣	١,٤٢	٠,٥٨	٠,٧٨	١٢	٧٨غ
المتوسط	٤,٣	٢,٩٣	١,٢٦	١,١	١,٥٥	٠,٦١	١١,٢	—
الانحراف المعيارى	١,٦	٠,٨٤	٠,٤٩	٠,٥٢	٠,٦٥	٠,٤	٩	—

المصدر : من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

ويصل متوسط الارتفاع ١,٢٦ متر، والانحراف المعيارى ٠,٤٩ لذا فإن معامل الإختلاف يبلغ ٣٨,٩٪ والذى يعكس وجود تبايناً قليلاً نسبياً فى ارتفاعاتها. وفى محاولة للربط بين الشكل والعملية الجيومورفولوجية لظاهرة الياردانج نجد أن وورد وجريلى (Ward & Greeley, 1984. P. 836) ذكرا بأنه إذا كان معامل شكل الياردانج (العرض ÷ الطول) أكبر من ١ : ٤ فإن هذا يدل على أن تأثير الهيئة الانسيابية السائدة سوف يقلل من اتساع الشكل بسبب عملية النحت، وإذا كان أقل من ١ : ٤ فإن فعالية التأثير السائد للهيئة الانسيابية سوف تقلل من طول الشكل، والأخير قد ينطبق على منطقة الدراسة، حيث يقل طول الياردانج فيزيد بذلك العرض مقارنة بالطول ويقل بذلك معامل الشكل.

وقد توصل بكير Bakeer ١٩٧٨ إلى أن معامل عرض الياردانج إلى طولها فى منطقة سكابلاند Scabland يصل إلى قيمة تتراوح من ١ : ١ حتى ١ : ٨ ، وتوصل مايلز Mills ١٩٨٠ إلى أن القيمة تتراوح من ١ : ١,١٨ حتى ١ : ١٢ (Ibid , P. 834) وبالمقارنة نجد أن المعامل فى منطقة الدراسة يصل ما بين ٠,٥٤ وبين ٠,٩ أى بنسبة ١ : ١,٨٥ و ١ : ١,١ والتى إذا قورنت بالقيم السابقة نجد أنها مرتفعة نسبياً، وإذا قورنت بقيم المعامل فى منطقة بحيرة روجرز والتى تبلغ حوالى ١ : ٤ (Ibid, P. 830) نجد أن القيم فى شرقى منخفض توشكى مرتفعة نسبياً نظراً للاتساع النسبى للياردانج مقارنة بالطول وذلك لأن معظمها صخور حجر رملى تقل عملية نحت جوانبها.

ويتميز سطح الياردانج بشدة انحداره فى اتجاه منصرف الرياح والذى يمثل ظهر الياردانج فيما يشبه ظهر الكثيب الرملى، حيث تراوحت درجة الانحدار بين نصف الدرجة وبين ٣١° ، أى بين شبه الاستواء وبين الانحدار الشديد جداً، ولما كان متوسط درجات الانحدار للياردانج يبلغ ١١,٢° والذى يعكس اعتدال الانحدار بشكل عام فإنه يمثل انحداراً فوق المتوسط ويبلغ الانحراف المعيارى ٩ لذا فإن معامل الاختلاف ٨٠,٤٪ وهو اختلاف كبير والذى يرجع إما إلى تباين عمليات البرى لأسطح الياردانج المختلفة محلياً أو إلى تباين الأنواع الصخرية المكونة للياردانج وفى هذا يشير مابوت إلى أن الياردانج التى تكونت فى مناطق صخرية تشابه فى شكلها تماماً تلك التى تكونت فى رواسب لينة ومن أصل بحيرى عن طريق النحت - رغم صغر الأخيرة (Mabbutt, 1977, P. 150) أى أن الياردانج التى تنحت فى صخور لينة تكون قصيرة الأبعاد، وبالتالى يسهل تسوية سطحها أو جعله أقرب للأستواء مما يقلل من انحداره، ومن هنا يختلف إنحدارها عن انحدار الياردانج التى تشكلت فى المناطق الصخرية الصلبة، حيث أنه تشكل بعضها فى مناطق الصخور الرملية النوبية والأخرى فى الصخور الطينية بمنطقة شرقى منخفض توشكى.

(ب) عوامل النشأة :

تشترك مجموعة من العوامل مع بعضها فى نشأة ظاهرة الياردانج بمنطقة شرقى منخفض توشكى منها العامل الصخرى وعامل البنية الجيولوجية، وعامل الرياح. فبالنسبة للعامل الصخرى نجد أن الياردانج تكونت فى الصخور الرسوبية، ويشير وورد إلى أنه نادراً ما يتم تشكيلها فى الصخور البللورية المفككة (Ward, 1979, P. 8147) .

وترتبط الياردانج فى المنطقة بتكوين قصيبة الصخرى الذى يرجع للعصر الكريتاسى الأعلى والذى يتكون أساساً من الحجر السلتى الطينى والحجر الرملى ذو الحبيبات الناعمة والذى تتعاقب معه تكوينات الطين (Conoco, 1987) كما أنه قد يتم نحت الياردانج فى رواسب لينة تمثل رواسب قديمة كما فى إقليم بروكو Broku فى تشاد (Cooke & Warren, 1973, P. 250) وهذا يبدو ممثلاً أيضاً فى المنطقة حيث يوجد حالتان من ظاهرة الياردانج تم تشكيلهما فى البلايا الشمالية الواقعة أسفل حافة سن الكداب قرب بئر دنيجل الجنوبى، وهذه ليست حالة شاذة كما فى صورة (٥).

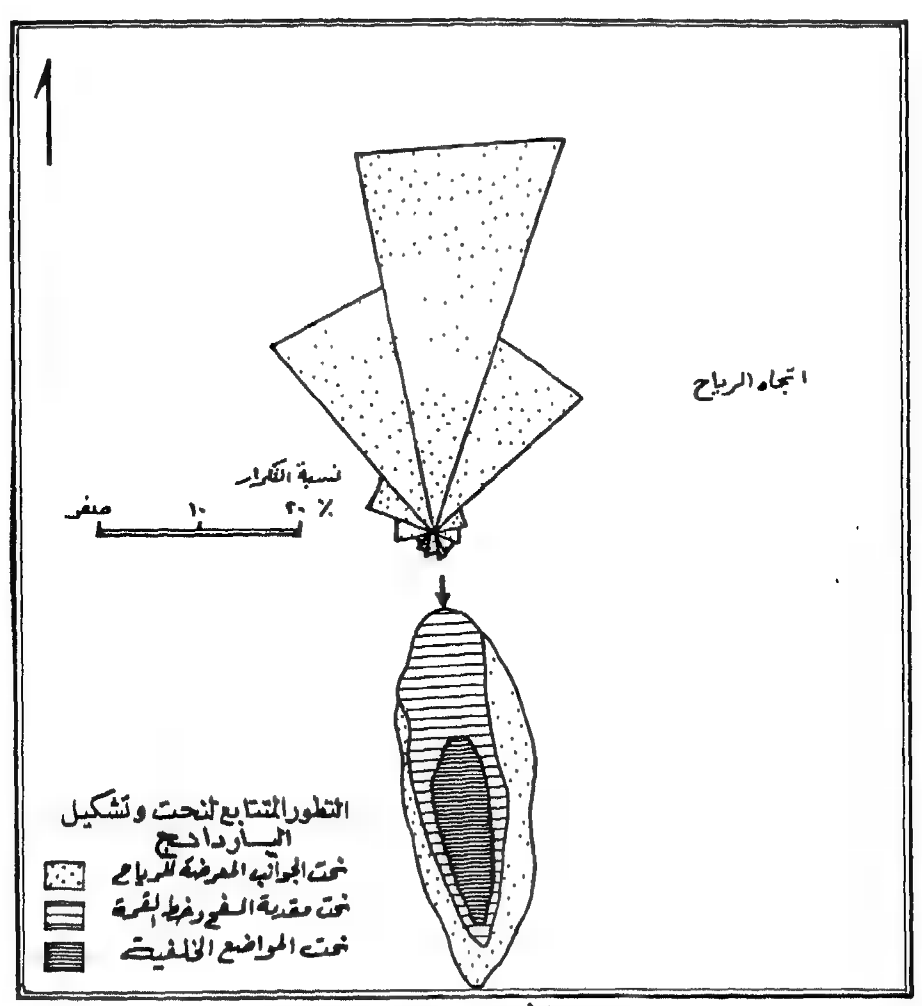
ومن حيث عامل البنية الجيولوجية فإنه يمكن للياردانج أن تكون مرتبطة باتجاهات بنائية متقاطعة. وتوجد هذه الأشكال البنائية فى وحدة جيولوجية أو أكثر خاصة الفواصل Joints التى قد تساعد على التجوية الميكانيكية (Ward, 1979, P. 8153). ومن خلال مطابقة محاور اتجاهات الياردانج التى تكونت فى صخور الحجر الرملى فى مكون قصيبة الصخرى مع نظم البنية السائدة فى منطقة الدراسة وجد أن محاورها تتراوح بين ٥٥° غرباً وبين ٩٧° غرباًكما فى شكل (٣٦)، وأن معظمها تتطابق فى اتجاهاتها مع بنية نظام بحر تشس، حيث أن ٨٥٪ من حالات الياردانج يقع محورها بين ٧٦° - ٩٧° غرباً، كما فى جدول (٣٦) أما الاتجاهات الأخرى فهى ترجع إلى الصدوع والفواصل المحلية التى حدثت بمنطقة الدراسة.

ولايقل العامل الثالث وهو عامل الرياح أهمية فى نشأة الياردانج عن العاملين السابقين، فالرياح هى العامل المشكل لمورفولوجية الياردانج، وقد أشار وورد وجريلى (Ward & Greeley, 1984, P 836) إلى أن شدة الرياح تكراراً واتجاهاً تعتبر

من العوامل الهامة التى تحكم الاختلافات المورفولوجية للياردانج. فالرياح تنحت ظهر الياردانج وبعد أن تعبر قمة الياردانج سرعان ما يحدث لها نوع من الاضطراب يجعلها تأخذ اتجاهات تمثل تدفقاً يؤدى إلى عمليات تقويض فى الطرف السفلى للياردانج، ولذلك غالباً مايشار إلى الياردانج بأنها من الظاهرات الناتجة عن ديناميكيات الهواء (Ibid, P. 831) ويطلق على هذا التدفق الرجعى للهواء Back Flow اسم التدفق السلبى (Ward, 1979, P. 8158)، ولذلك فإن الجزء الواقع فى إتجاه الرياح يكون سطوحاً شديدة الانحدار ويكون منحوتاً من أسفل، وقمة الياردانج تكون أشبه بشراع السفينة.



صورة (٥) : إحدى ظاهرات الياردانج تكونت فى صخور طينية (بلايا طينية رقم ١) جنوب حافة سن الكداب.



التطور النحتى للياردانج عن: Ward & Geeley (1984)

شكل (٣٦) : التطور النحتى لليـاردانج وعلاقتهـا بهبـوب الريـاح فـى محطـة أسوان (٦٠ ـ ١٩٧٥).

ويلاحظ أن ظاهرة الياردانج بالمنطقة تبتعد نسبياً عن حافة سن الكداب ولذلك تؤثر فيها الرياح بشكل واضح، خاصة الرياح الغربية والشمالية الغربية. فقد وجد أن متوسط نصيب اتجاهات الرياح فيما بين ٢٥٥° – ٢٨٥° يبلغ ٩,١٪ من إجمالي تكرار اتجاه الرياح في محطة الخارجة للفترة (٦٦ – ١٩٧٥) تقريباً وهي نسبة كفيلة لحدوث عمليات نحت وتشكيل وتقويض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كما أنها تطابق الياردانج كما في شكل (٣٦) وجدول (٣٥).

وتمر الياردانج بمراحل طورية يتحكم فيها عامل الرياح أساساً. وقد أظهر وورد وجريلي (Ward & Greeley, 1984, PP. 832 - 833) هذه المراحل وذكرا بأنه تحدث تغيرات متتابعة مثل نحت الرياح للجوانب، ثم نحت السفوح المواجهة للرياح، ثم نحت الجوانب الواقعة في إتجاه الرياح والجوانب أيضاً عن طريق التدفق المتراجع للرياح، ثم تعرض الجزء العلوي الواقع في منصرف الرياح للنحت، بمعنى آخر نحت السفح الخلفي للياردانج والواقع في منصرف الرياح عن طريق التدفق العكسي للرياح والذي يمثل ظهر الياردنج.

(ج) العمليات الجيومورفولوجية :

تتضافر عمليتان أساسيتان معاً في تشكيل ظاهرة الياردانج بمنطقة الدراسة هما: التذرية والبري. فعملية البري Abrasion والتي يعرفها البعض بأنها التآكل بالاحتكاك ـ تنتج عن خطوط التدفق الأولى على جسم الياردانج (Ward & Greely, 1984, P. 839) وتستمر في تشكيل المظهر، ونتيجة تكرار عملية البري المكثف على سطح الياردانج يصبح سطحها أملساً وخالياً من الأخاديد في الجهة التي تهب منها الرياح (Ibid, P. 830) ويؤدي هذا إلى إزالة أية رواسب من على أسطحها ويصبح سطحها أملساً أو صخرياً خالياً من الرواسب، وينعكس هذا على الياردانج التي تشكلت في صخور الحجر الرملي النوبي وتلك التي تشكلت في رواسب الطبقات بمنطقة البلايا الشمالية قرب بئر دنيجل على حد سواء. وبذلك تكون عملية التذرية Deflation مستمرة ومتضافرة مع العملية السابقة في تشكيل مظهر الياردانج حيث تحمل الرياح نتاج عملية البري وتنقله بعيداً عن جسم الياردانج.

وتبدأ ظاهرة الياردانج فى التشكيل بعملية برى الرياح عادة فى المناطق غير المنتظمة فى طبوغرافيتها كما هو الحال فى المناطق المقطعة بمجارى الأودية أو الكسور التى تتعرض لها الطبقات الصخرية وتكون موازية للرياح السائدة فى الإقليم، وتساعد عملية البرى على النحت السفلى وتوسيع نطاق الطبوغرافيا المنخفضة وتحولها إلى منخفضات كبيرة تاركة أجزاء مرتفعة فيما بينها، والتى يتم تجويتها ميكانيكياً وكيميائياً وتتشكل بها فى النهاية ظاهرة الياردانج (Ward, 1979, P. 8147).

وهناك عملية ثالثة يمكن أن تضاف هنا إلى مجموعة العمليات وهى عملية التقويض السفلى للجزء الأمامى الواقع فى إتجاه الرياح لظاهرة الياردانج. وفى محاولة لمعرفة درجة النحت السفلى أو التقويض فى إتجاه الرياح استخدم الباحث معياراً تم قياسه فى الميدان وهو ارتفاع الجزء المنحوت فى مقدمة الياردانج قياساً من مستوى سطح الأرض منسوباً إلى ارتفاع الياردانج والذى تراوحت نسبته فيما بين ٢٢٪ و ٦٧,٥٪ أى أن صفة التقويض هى ما بين التقويض المتوسط والتقويض المرتفع نسبياً، كما وصل متوسط النسبة العامة إلى ٤٥,٥٪ والذى يعكس ارتفاع النسبة بشكل عام وهذا يعكس شدة تأثير الرياح فى عمليات التقويض السفلى فى الجانب المواجه للرياح كما فى جدول (٣٦).

أما طول الجزء السفلى المنحوت والواقع فى إتجاه الرياح إلى الطول الإجمالى للياردانج الواحدة فيتراوح ما بين ١٠,٨٪ وبين ٥٦,٨٪ من طول الياردانج، ويصل المتوسط ٢٦,٧٪ والذى يعكس شدة التقويض السفلى للياردانج فى الجزء الواقع فى إتجاه الرياح بفعل التراجع الخلفى للرياح وحدوث الدومات الهوائية فى هذا الجزء المنحوت. كما ان عرض هذا الجزء المنحوت أيضاً تتراوح نسبته بين ٢٥,٧٪ وبين ٧٢,٥٪ قياساً على أقصى اتساع لكل ياردانج على حدة، ويصل متوسط اتساع الجزء المنحوت إلى ٥٣,٢٪ من اتساع الياردانج لجملة الحالات السبع التى تم قياسها ميدانياً وهذا يؤكد أن الجزء المنحوت يشغل حيزاً كبيراً نسبياً ويعكسه زيادة طول وعرض وارتفاع الجزء المنحوت بالنسبة للطول والعرض والارتفاع الكلى للياردانج.

(٧) عش الغراب Mushroom [١] :

(أ) الخصائص المورفومترية :

بالرغم من صغر حجم هذه الظاهرة الجيومورفولوجية إلا أن لها انتشار واضح فى منطقة الدراسة، حيث أمكن التعرف على حقلين كبيرين تسود بهما الظاهرة، وتم قياس بعض خصائصها من أهمها الارتفاع والاتساع.

وقد أشار البعض إلى أن ارتفاع هذه الظاهرة يتراوح بين أقل من المترين إلى نحو ٥٠ متراً (التونى، ١٩٦٣، ص ٢٩١) وبالقياس وجد أن أقل ارتفاع لها فى الحقل الأول بمنطقة الدراسة ٠,٢٣ م وأكبر ارتفاع يبلغ ٠,٩٨ م، بينما فى الحقل الثانى بلغ أقل ارتفاع ٠,٤٨ م فى حين لم يبلغ أكبر ارتفاع لها بهذا الحقل سوى ٠,٧٥ م ، كما فى جدول (٣٧) ويوجد تقارب فى متوسط الارتفاع حيث بلغ ٠,٥ م و ٠,٦ م فى الحقلين على التوالى، بينما بلغ المتوسط العام لارتفاع الظاهرة بالمنطقة ٠,٥٤٦ م والانحراف المعيارى ٠,١٧٢ لذا فإن نسبة الاختلاف فى هذه الخاصية بين المجموعة التى تم قياسها تبلغ ٣١,٥٪ وهى نسبة تظهر وجود اختلاف واضح فى الارتفاع بين أعشاش الغراب.

ومن حيث اتساع الظاهرة لم تشر أية دراسات سابقة إلى هذه الصفة، ولكن بالقياس فى منطقة الدراسة وجد أن هذا الاتساع يبلغ ٠,٣٨ ـ ٢,٠٨ متر فى الحقل الأول ويبلغ أيضاً قيمة تتراوح بين ٠,٥٥ م وبين ٢,٩٥ م فى الحقل الثانى كما أن متوسط الاتساع فيهما يبلغ ٠,٩٤ م ، ١,٥٦ م على التوالى وبحساب المتوسط العام لجملة ٣٢ حالة وجد أن المتوسط يبلغ ١,٢٢٨ وأن الانحراف المعيارى يبلغ ٠,٦٧٩ لهذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ٥٥,٣٪ وهو اختلاف ليس كبيراً، ويزيد فى قيمته عن ذلك التباين فيما بينها فى صفة الارتفاع، ويرجع ذلك إلى أنه أثناء تشكيل الظاهرة أساساً تكون درجة الاتساع بها أكثر من الارتفاع ووجود الاتساع مع

---

(١) وهى ظاهرة صحرية عبارة عن هضيبات متناهية جداً فى الصغر، ويطلق عليها أحياناً اسم ريوحين Zeugen وهى كلمة ألمانية ومفردها زوج وتعنى كتلة صخرية أشد مقاومة، وتتركب كل واحدة منها من الصخر اللين المغطى بطبقة من الصخر أشد مقاومة، وتنتج الظاهرة من النحت بفعل الرياح المحمل بالرمال (Moore, 1968, P 233)

حدوث نحت أسفل هذا الاتساع يشكل الملمح المورفولوجى لظاهرة عش الغراب ويجسده سواء كانت الظاهرة على ارتفاع عشرات الأمتار أو بضعة أمتار قليلة، كما أن هذا الاتساع يتعرض تدريجياً للنحت والتقويض الذى يختلف من موقع لآخر ومن حالة لأخرى فتزيد بذلك درجة التباين فى اتساعاتها، وذلك عن طريق برى الرياح لجوانبها.

جدول (٣٧) : أبعاد وشكل ظاهرة عش الغراب شرق منخفض توشكى (بالمتر).

مسلسل	الحقل الأول			الحقل الثانى		
	الاتساع	الارتفاع	الشكل	الاتساع	الارتفاع	الشكل
١	١,٤٨	٠,٥٢	٠,٣٥	١,٥٥	٠,٥١	٠,٣٣
٢	٠,٧٢	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٥٥	٠,٤٨	٠,٨٧
٣	٠,٥٦	٠,٣٧	٠,٦٦	٠,٩٧	٠,٦٨	٠,٧
٤	٠,٤	٠,٦٤	١,٦٠	٠,٦٨	٠,٤٨	٠,٧١
٥	٠,٨٦	٠,٢٨	٠,٣٣	٢,١٥	٠,٥٣	٠,٢٥
٦	٠,٥٣	٠,٤٩	٠,٩٢	٠,٨٨	٠,٥٩	٠,٦٧
٧	١,٣٣	٠,٣٨	٠,٢٩	٢,٩٥	٠,٥٥	٠,١٩
٨	٢,٠٧	٠,٦٥	٠,٣١	١,٣٥	٠,٦٥	٠,٤٨
٩	٢,٠٨	٠,٤٢	٠,٢	١,٧٨	٠,٧٥	٠,٤٢
١٠	٠,٧٧	٠,٦٢	٠,٨	٢,٦٠	٠,٥٨	٠,٢٣
١١	٠,٥١	٠,٣٦	٠,٧	١,٦٢	٠,٥٨	٠,٣٥
١٢	٠,٩٢	٠,٩٨	١,٠٧	١,٨٠	٠,٦٢	٠,٣٤
١٣	٠,٤٨	٠,٩٨	٢,٠٤	١,٧٢	٠,٦٧	٠,٣٩
١٤	٠,٩٣	٠,٤٨	٠,٥٢	١,٨٢	٠,٦٧	٠,٣٧
١٥	١,٢٨	٠,٣٧	٠,٢٩	٠,٩٥	٠,٦٦	٠,٦٩
١٦	٠,٣٨	٠,٢٧	٠,٧١	–	–	–
١٧	٠,٦٤	٠,٤٢	٠,٦٦	–	–	–
المتوسط	٠,٩٤	٠,٥	٠,٦٩	١,٥٦	٠,٦	٠,٤٧

* تم القياس من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

(ب) العوامل الجيومورفولوجية :

تتحكم فى نشأة ظاهرة عش الغراب بمنطقة الدراسة عوامل أساسية هى العامل الجيولوجى، والعامل الطبوغرافى والعامل المناخى، وذلك من خلال عناصر كل عامل من هذه العوامل.

فالعامل الجيولوجى أثر فى نشأتها ظاهرة عش الغراب حيث نجد أنها نشأت فى الصخور الرملية النوبية، حيث يحدث بالمنطقة الشرقية لحافة سن الكداب وبالاتجاه نحو الجنوب الغربى لحافة الكوارتز حتى بئر نخلاى عملية التجوية للصخور الرملية النوبية بشكل واضح والتى نتج عنها ظاهرة عش الغراب، والتى تبدو فى شكل مسطح من أعلى ومستديرة فى هيئتها وتشبه المقعد، وتصل أبعادها حتى المتر الواحد (Geofizika, 1966, P. 24) ولما كان الحجر الرملى النوبى يتخلله حجر سلتى أو طبقات من الطين والتى تمثل فى حد ذاتها طبقات عدم توافق فقد وجد أن ظاهرة عش الغراب مكونة من رقائق متراصة بشكل أفقى وشبه أفقى ويكون الغطاء العلوى أكثر مقاومة بينما الطبقات اللينة أو الأقل صلابة تقع أسفل منها حيث يتم نحتها بمعدل أسرع وبذلك يتشكل مظهر عش الغراب.

ومن خلال الملاحظة الميدانية وجد أن الرياح المحملة بالرمال تصطدم بالصخر فتعمل على نحت الصخور فى الجزء السفلى للظاهرة بمعدل سريع حتى ارتفاع ٥٠ سم تقريباً، بينما يتعرض الجزء العلوى للنحت بمعدل أقل، هذا من جهة ومن جهة أخرى تساعد عمليات التجوية المختلفة التى يتعرض لها الجزء العلوى على تشكيل الصخر ويصبح ضعيفاً وقابلاً للتشكيل بفعل الرياح فتظهر أشكال عش الغراب فى النهاية.

أما العامل الثانى وهو العامل المناخى فيقوم بدوره فى نشأة وتشكيل ظاهرة عش الغراب بعناصره : الحرارة والرياح والرطوبة النسبية. فبالنسبة لعنصر الحرارة نجد أنه يؤثر بفعل ارتفاع الحرارة أو إنخفاضها فى عملية التجوية التى تتعرض لها الصخور المكونة للظاهرة. فدرجة الحرارة فى محطة أسوان يتراوح معدلها السنوى ٢٥,٩°م (للفترة ٦٠ ـ ١٩٧٥) ويبلغ المتوسط السنوى لدرجات الحرارة العظمى ٣٤,١° بينما يقل متوسط درجات الحرارة الصغرى إلى ١٧,٤°م

لنفس الفترة، لذا فإن مثل هذا الاختلاف الحرارى يؤثر فى الخصائص الصخرية ويجعلها أكثر تفككاً وأكثر سهولة فى تعرضها للتآكل.

وفى محاولة للتعرف على تأثير الرياح فى تشكيل عش الغراب تم فحص إحدى العينات الصخرية المأخوذة من الطرف العلوى لأحد أعشاش الغراب المقاسة ميدانياً فى الحقل الثانى ووجد أن الصخر - وهو من الحجر الرملى النوبى - يبدو فى شكل مجموعة من الصفائح المتراصة فوق بعضها البعض وبشكل أفقى مما يجعل هناك مجالاً لتأثير الرياح وتعرض الصخر للنحت الميكانيكى. ويذكر جودة حسنين (١٩٦٤، ص ١٧٠) أن الرياح المحملة بالرمال تنحت الصخور والحوائط الصخرية خاصة من جذورها أو تنحت الطبقات اللينة على مستويات مختلفة وبهذه الطريقة تنشأ الأشكال الصخرية التى تشبه فى مظهرها عش الغراب. لهذا فإن الرياح تنحت الطبقات السفلى الأكثر ليونة فى مناطق عش الغراب فى شرقى منخفض توشكى وتعمل على صقل الصخور الصلبة نسبياً والتى تعلوها، وإن كان يشير إلى أن ظاهرة عش الغراب فى الماضىَ كانت تعتبر نتيجة للنحت الميكانيكى للرياح ولكن الاعتقاد الآن هو أن التجوية قرب مستوى سطح الأرض ربما تكون عاملاً أكثر أهمية من تأثير العواصف الرملية (Small, 1985, PP. 313 - 314) وقد لاحظ الباحث تراكم أجزاء رملية حول بعض أعشاش الغراب ومن خلالها تم رصد الاتجاه المؤثر للرياح حيث وجد أن اتجاهها بين ٢٥° وبين ٣٥° شرقاً، وأن متوسط تكرار الهبوب السنوى للرياح من هذا الاتجاه يبلغ ١٨,٩ أى بنسبة ١٩,١٪ من جملة متوسطات التكرار لاتجاهات هبوب الرياح فى الفترة (٦٣ – ١٩٧٥).

وتتأثر ظاهرة عش الغراب بالتجوية الكيميائية أيضاً، ومن خلال فحص عينة من صخور عش الغراب أمكن تمييز ثلاث طبقات حسب درجة تأثرها بعملية التجوية الكيميائية، ويبلغ سمك الطبقة العليا منها ٠,٨ سم وهى مجواه كيميائياً وبشكل واضح، بينما الطبقة الثانية وهى طبقة انتقالية يبلغ سمكها ١,٨ سم وهى فى طريقها للتجوية الكيميائية، أما الطبقة السفلى فى الصخر الأصلى Bed rock فتتكون من الحجر الرملى النوبى.

وقد ساعدت طباقية الصفائح المتراصة المكونة للحجر الرملى النوبى على تسهيل عملية التجوية الكيميائية، حيث أن هذه الصفائح مركبة من الحبيبات، وتجمع بينها المادة اللاحمة والتى تجعل الصخر متماسكاً، لذلك فإن تعرض هذه الأجزاء للرياح والهواء يجعلها تتأثر بمقدار الرطوبة التى يحملها الهواء وتتعرض المنطقة لسقوط الأمطار فى بعض السنوات وإن كانت كميات قليلة، وتبلغ جملة المطر السنوى ٠,٧ مم (للفترة ٦٠ - ١٩٧٥) وقد تعرضت المنطقة للأمطار الغزيرة نسبياً فى شتاء ١٩٦٦ ونتج عنها سيولاً، ووجدت تربات البلايا مازالت رطبة نسبياً فى بعض المواقع أثناء الدراسة الميدانية فى أغسطس ١٩٩٧ مما يدل على أن المنطقة تتلقى بين الحين والحين أمطار ينتج عنها نشاط فى عمليات التجوية الكيميائية. ورغم أن الرطوبة النسبية فى الهواء والتى تتراوح نسبتها بين ١٣٪ فى شهر يونية وبين ٣٧٪ فى شهر ديسمبر وذلك للفترة (٦٠ - ١٩٧٥) فى محطة أسوان قليلة نسبياً إلا أنها يمكن أن تلعب دوراً ولو محدوداً فى التجوية الكيميائية مما يعكس التأثير التراكمى المستمر لعنصر الرطوبة على عملية التجوية الكيميائية للصخور المكونة لعش الغراب بالمنطقة.

وبفحص وتحليل إحدى العينات الصخرية لطرف أحد الحالات باستخدام الأشعة السينية X-ray وجد أن الطبقة العليا لها مجواة كيميائياً وبسمك ٠,٨ سم حيث اللون الأسود القاتم يكسبها مظهر التأكسد، والطبقة الثانية تمثل طبقة انتقالية فى طريقها لعملية التجوية الكيميائية، ويقع أسفلها الصخر الأصلى وهو من الحجر الرملى النوبى كما سبق الذكر، ولذا يبدو أن سمك التجوية الكيميائية للصخر يبلغ ٢,٦ سم.

وتعمل الرطوبة بشكل عام على إذابة المادة اللاحمة الموجودة بين مجموعة الصفائح المتراصة والمكونة للحجر الرملى النوبى من جهة، وحدوث تغيرات للمكونات المعدنية للصخر المتأثر بعمليات التجوية من جهة أخرى ومساعدة التجوية الميكانيكية من جهة ثالثة على ظهور تشققات بين أجزاء الصخر، وحدوث فجوات وسرعان ما تتسع مثل هذه الأشكال ويتم نحت الصخر وتشكيل المظهر الجيومورفولوجى والوصول به فى النهاية إلى مرحلة القويض والتى تعرف بمرحلة الشيخوخة.

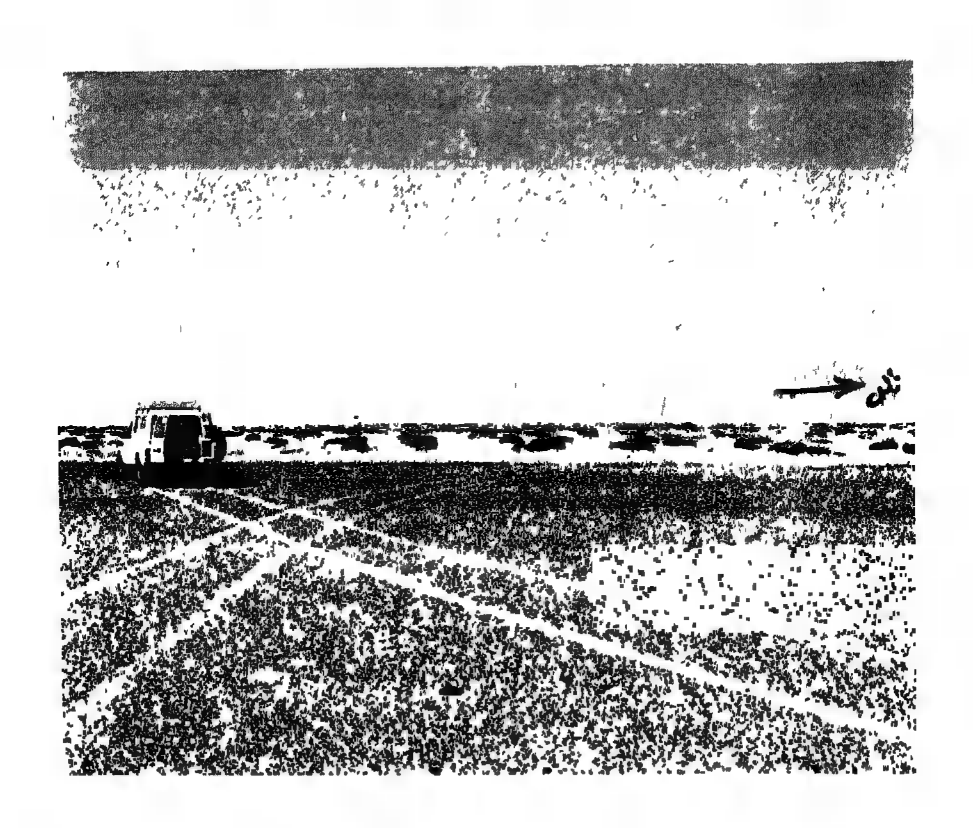
ومن خلال التحليل المعدنى للطبقتين كما فى جدول (٣٢) وجد أن المعدن السائد هو الكوارتز فى العينتين وبنسبة ٣٧,٧٪ و٣٤,٨٪ وهو معدن مقاوم للتجوية بشكل عام مما تزيد نسبته، وتزيد نسبة معدن الجيوسيت من ١,٥٪ إلى ٤,٦٪ على السطح نظراً لأنه مكون من أكاسيد حديد الهيدروكسيد، ونتيجة للتجوية الكيميائية فإنه يتجمع على السطح ويحدث له تأكسد فتزيد نسبته.

وهناك معدن آخر مثل ميتا هالوسيت والذى يظهر على السطح بنسبة ٥٪ من المركب المعدنى للصخر كما فى جدول (٣٢) نجد أنه نشأ بفعل عملية التحول الناتج عن التجوية الكيميائية، حيث أن معدن الهالوسيت يعتبر معدناً من المعادن الأوكسيدية، ويتركب من ثانى أكسيد السليكون وثانى أكسيد الألومنيوم والماء، ونظراً لاختفائه من الطبقة الداخلية وظهوره على السطح ضمن الأوكسيدات ودخول الماء كمركب فى وجود هذا المعدن لذا فإن تأثر الصخر بالرطوبة الجوية أو الأمطار القليلة ينتج عنه تجوية معدنية لصخور عش الغراب مما يساعد على تخفيضها بمرور الوقت.

ونظراً لارتفاع درجات الحرارة بمنطقة الدراسة والتى سجلتها محطة أسوان، حيث وصل المتوسط اليومى للحرارة ٢٥,٩°م خلال الفترة (٦٠ – ١٩٧٥) فإن هذا يقلل من ذوبان كربونات الكالسيوم مع إرتفاع درجة الحرارة (حسن، ومصطفى، ١٩٦٩، ص ١٠٢) لهذا نجد أن معدن الكالسيت والذى يتركب أساساً من كربونات الكالسيوم تزيد نسبته على السطح إلى ٢٩,٨٪ من حجم المعادن المكونة للصخر بالمقارنة بالعمق النسبى لمسافة ٤ سم والتى يصل عندها نسبة المعدن فى الصخر إلى ١٥,٧٪ فقط.

أما العامل الطبوغرافى كأحد عوامل نشأة ظاهرة عش الغراب فقد تم ملاحظته ميدانياً حيث وجد أن ظاهرة عش الغراب فى الحقلين اللذين تم دراستهما إما أن توجد فى منطقة مرتفعة يحيط بها مناطق أقل ارتفاعاً وأكثر استواءً، أو توجد فى منطقة مسطحة أكثر ارتفاعاً ويحيط بها سهل صحراوى، مما يسهل وصول الرياح

من مختلف الاتجاهات لتمارس عملها فى تشكيل الظاهرة، ولهذا فإن ارتفاع المنطقة التى يوجد بها الحقل الأول يبلغ حوالى ١,٧ متر عما جاورها، بينما لايزيد ارتفاع منطقة الحقل الثانى عن ٠,٧٥ من المتر عن السهل الصحراوى المحيط بها، وبذلك يسهل نقل الرمال لإستخدامها كأدوات هدم وتشكيل الظاهرة بفعل الرياح كما فى صورة (٦).



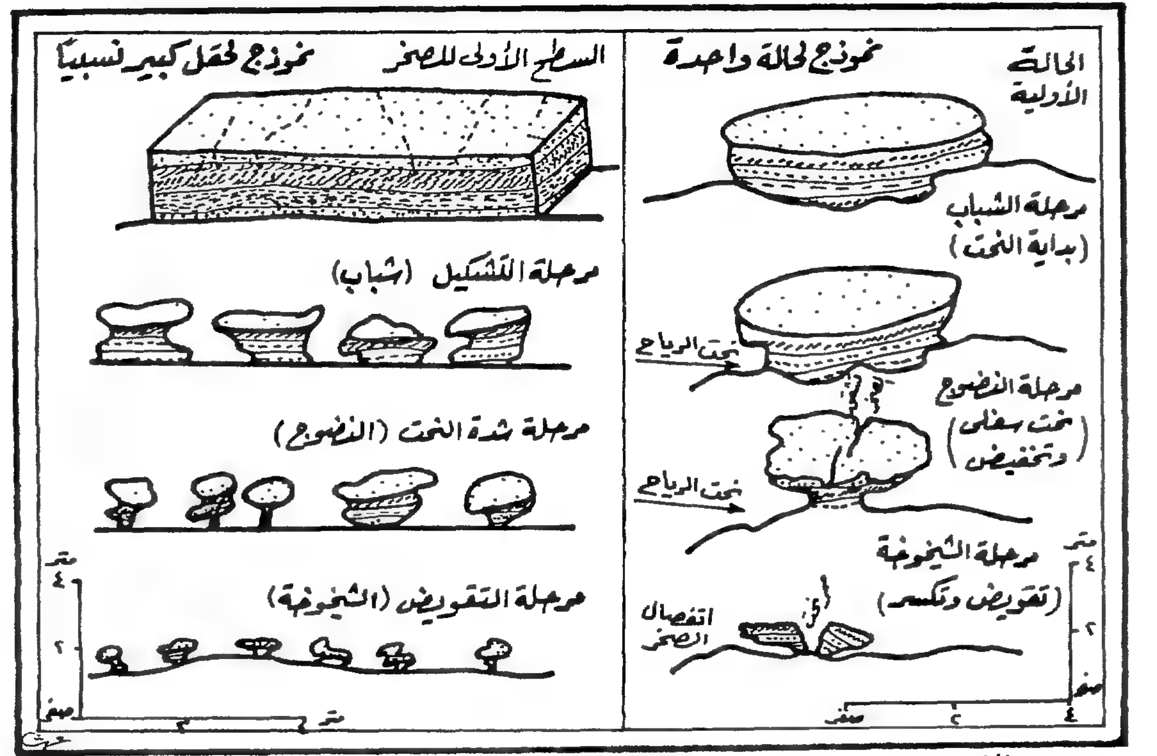
صورة (٦) : ظاهرة عش الغراب فى حقل رقم (٢) بالجزء الشرقى لمنخفض توشكى.

(ج) مراحل التطور الجيومورفولوجى :

تمر ظاهرة عش الغراب بمراحل تطورية أمكن استنتاجها من الملاحظات الميدانية ومن الخصائص المورفولوجية المميزة للظاهرة بمنطقة شرق منخفض توشكى. ففى البداية يوجد سطح صخرى مستوى أو شبه مستوى، طبقاته أفقية، ويتعرض لعوامل وعمليات جيومورفولوجية مختلفة تمارس نشاطها على هذا السطح الصخرى فيتكسر الصخر باتجاهات مختلفة، متوازية ومتقاطعة فتكون مواضع ضعف تستطيع الرياح من خلالها إزالة جزء من الصخر وتشكيل الأجزاء المتبقية فيتحول السطح بذلك إلى أجزاء صخرية كبيرة ومتماسكة من أسفل مع الصخر الأصلى، ونصل بذلك إلى مرحلة الشباب لظاهرة عش الغراب كما فى شكل (٣٧) أو مرحلة النحت البطئ.

ونظراً لظهور أجزاء صخرية تفصل بينها مسافات فإنه تنشأ بذلك ممرات صغيرة أو فجوات على السطح وبالجوانب سرعان ما تتسع من جهة وتنحت الرياح فى الأجزاء السفلى للمكونات الصخرية من جهة أخرى ليتجسم مظهر عش الغراب، ويتكسر الصخر بدوره لأجزاء أصغر بينها ممرات أصغر بالإضافة إلى الممرات الكبيرة التى سبق تكوينها فى مرحلة الشباب، وهنا يقل ارتفاع الظاهرة وتصغر فى حجمها أو تقل أبعادها وتمثل هذه المرحلة مرحلة النضوج أو المرحلة الثانية والتى تتميز بشدة النحت نسبياً.

ونظراً لاستمرارية عمليات النحت والتخفيض لظاهرة عش الغراب فإن سطحها يقترب من سطح الأرض، ونظراً لشدة النحت السفلى واستمرارية عملية التجوية بنوعيها فإن قواعد الظاهرة والتى تمثل الجزء السفلى المنحوت والتى ترتكز عليها قد لاتتحمل ثقل الصخر الواقع فوقها خاصة وأن الصخر السفلى يكون أقل صلابة أو أقل تحملاً، وبالتالى قد يحدث ميل للكتل الصخرية التى قارب مستواها من سطح الأرض فتنهار أو تميل عن المستوى الأفقى العام وتتحول إلى مجرد كتل جلاميدية ترصع سطح الأرض، وهنا تكون قد وصلت الظاهرة إلى مرحلة الشيخوخة كما فى شكل (٣٧) أو مرحلة التقويض النهائى وأختفاء ملامح الظاهرة.



من الملاحظات والقياسات الميدانية ومتابعة التغير المكانى والاستنتاج

شكل (٣٧) : مراحل التطور الجيومورفولوجى لظاهرة عش الغراب فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

ومن خلال الملاحظات الميدانية الدقيقة لظاهرة عش الغراب بمنطقة الدراسة يمكن أن نستنتج الشروط اللازمة لحدوث هذه الدورة وهى : (١) استواء السطح العام (٢) أفقية الطبقات الرسوبية (٣) وجو مسطح صخرى مكشوفاً وفى منطقة مفتوحة ومعرضاً لهبوب الرياح (٤) وجود هذه الظاهرة فى الصخور الرملية وارتباطها بها بدرجة أكثر من الصخور الجيرية يجعل وجود الحجر الرملى ضرورياً لحدوث الدورة. (٥) لكى تعود الدورة من جديد فى نفس الموضع، لابد من إزالة نواتج التجوية ونحت الرصيف الصحراوى أو الجلاميد الذى قد ينشأ من تكسير الصخور المتخلفة فى موضعها. (٦) تستمر عملية تجديد الدورات فى المناطق الصحراوية الثابتة تكتونياً حتى يصل السطح إلى مستوى السهول الصحراوية المجاورة أو المحيطة بمناطق حقول عش الغراب طالما تسمح الظروف الجيولوجية بذلك. وتجدر الإشارة إلى أن معظم حالات عش الغراب بمنطقة الدراسة فى مرحلة النضوج أو شدة النحت بالإضافة إلى مجموعة وصلت إلى مرحلة الشيخوخة أو مرحلة التقويض النهائى للظاهرة من خلال الملاحظة، ومجموعة أخرى مازالت فى مرحلة الشباب أو بداية النحت والتقويض.

(٨) الموائد الصحراوية :

سجل الباحث ظاهرة واحدة للموائد الصحراوية بمنطقة شرقى توشكى، وذلك فى الجزء الجنوبى الأوسط، وقد بلغ ارتفاعها ١,٦٣ متر واتساعها ٣,٣٢ متر ووصل المحيط الدائرى لها ١٠,٠٥ متر، وبقياس الجزء المنحوت أسفل منها وجد أن ارتفاعه ١,٢٢ متر ومحيط هذا الجزء المنحوت ٦,٤ متر.

لهذا نجد أن درجة نحت الجزء السفلى بها بلغ ٣٦,٣٪ بالنسبة للمحيط، كما وصلت نسبة ارتفاع الجزء المنحوت حوالى ٧٥٪ بالنسبة للارتفاع الكلى.

خامساً : الأشكال الناتجة عن الإرساب :

يوجد بمنطقة الدراسة ظاهرات ناتجة عن عمليات الإرساب منها المراوح الفيضية، والبلايا وهما ظاهرتان ناتجتان عن الإرساب الفيضى، بالإضافة إلى الكثبان والحافات الرملية الموجودة بالمنطقة وهى تمثل الظاهرة الأساسية للإرساب الهوائى.

(١) المراوح الفيضية :

توجد مجموعة مراوح فيضية بالمنطقة والتى تتوزع على طول الامتداد الجنوبى للحافة الشمالية – حافة سن الكداب – بشكل أساسى، بالإضافة إلى بعض المراوح فى الشمال الغربى والجنوب الغربى للمنطقة كما فى شكل (٣٢) .

وتتميز المراوح الفيضية بامتداد طولى واضح حيث يصل متوسط الطول إلى ٢,٤ كم، والانحراف المعيارى ١,٦٤، لذا فأن نسبة الاختلاف فى أطوال المراوح الفيضية يبلغ ٦٨,٣٪ والتى تعكس وجود اختلاف فى أطوالها. ويشبهه فى ذلك عرض المراوح الفيضية، حيث يصل متوسط عرضها إلى ١,٠٧ كم والانحراف المعيارى ٠,٧٢ والتى يصل بها نسبة الاختلاف إلى ٦٢,٣٪ كما فى جدول (٣٨).

وقد وجد أن أقل ارتفاع للمراوح يبلغ ٤ أمتار وأعلى ارتفاع لقمم مخاريط المراوح الفيضية يبلغ ٥٠ متراً. وبصفة عامة يبلغ متوسط ارتفاعها ١٦,٨٧ متراً وهو ارتفاع صغير نسبياً، ويبلغ الانحراف المعيارى ١١,٣٥ لذا فإن نسبة الاختلاف فى الارتفاعات تصل إلى ٦٧,٣٪ وهى تشبه نفس قيم التباين فى الطول والاتساع تقريباً كما فى جدول (٣٨) وكلها قيم تعكس التباين الواضح والاختلاف الكبير بين المراوح فى أبعادها المختلفة فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

وتتميز المراوح الفيضية بكبر المساحة نسبياً، حيث تتراوح المساحة بين ٠,١٤ و ١٣,٧ كم٢، ويصل متوسط المساحة ٢,٠٨ كم٢. وإن كان يشتد الاختلاف بين المراوح فى هذه الصفة لمجموعة المراوح، ويظهر هذا الاختلاف بوضوح فيما بينها حيث نجد أن قيمة الانحراف المعيارى ٢,٥٨ ، وأن نسبة الاختلاف تصل إلى ١٢٤,٠٤٪ ، والذى قد يكون مرجعه الأساسى اختلاف مساحات الأحواض التى تصرف إلى المراوح الفيضية. وبتحليل العلاقة بين مساحات المراوح الفيضية وأحواض تصريفها (لعدد ٢٣ مروحة هى التى أمكن تحديد أحواض تصريفها) وجد أن قيمة معامل الارتباط تبلغ ٠,٥٧ ورغم أنها قيمة تبدو منخفضة نسبياً إلا أنها تمثل قيمة أكبر من القيمة النظرية (٠,٥٢) لدرجات حرية ٢١ عند احتمال ١٪ ولذلك يمكن أن نرفض الفرضية الصفرية والتى تقول بعدم وجود علاقة بين مساحة المروحة ومساحة الحوض ونقبل الفرضية العكسية التى تقول بوجود علاقة واضحة بينهما.

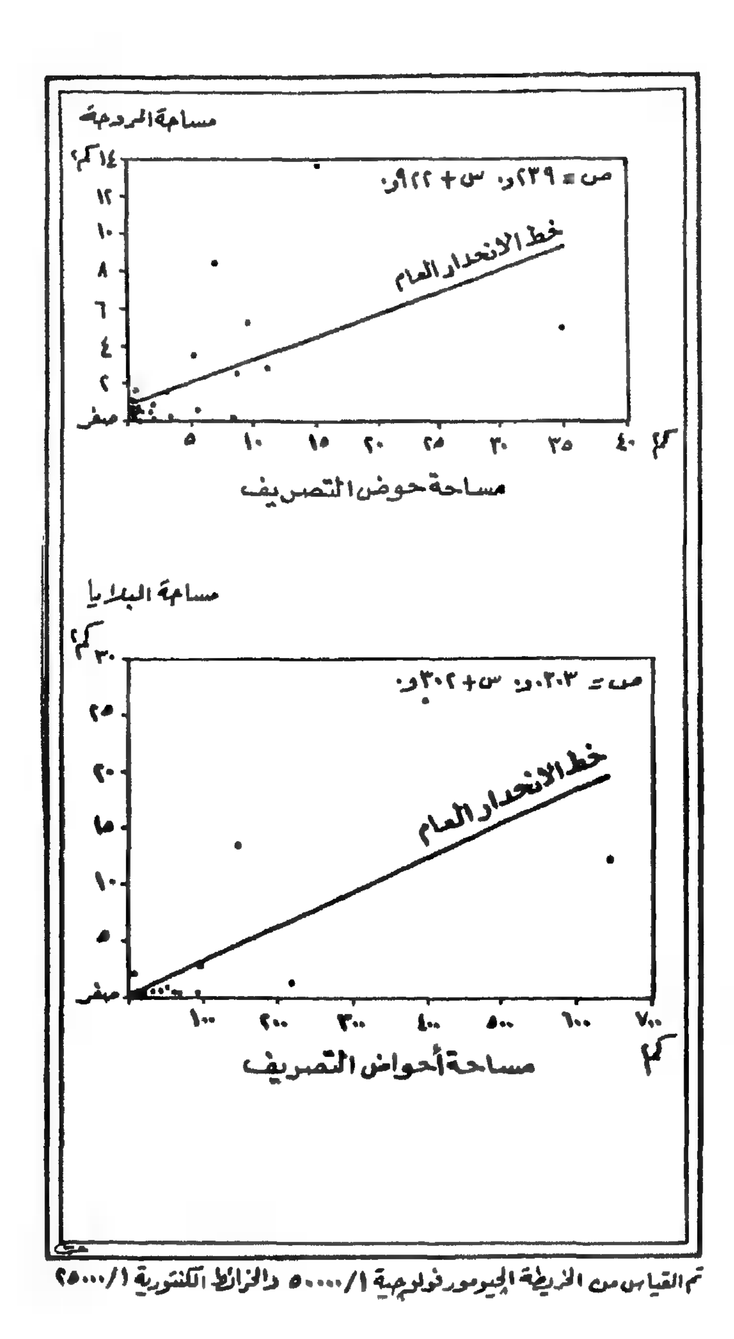
وباستخدام أسلوب تحليل الانحدار البسيط Simple Regression Analysis بين المتغيرين كما فى شكل (٣٨) وجد أن القيم تتجمع بشكل واضح حول خط الانحدار، وأن معدل التغير فى مساحة المروحة يبلغ ٠,٩٢٢ كم٢، وتعنى هذه القيمة أنه كلما تغيرت مساحة حوض التصريف بالزيادة بمقدار كيلومتر مربع واحد تزيد مساحة المروحة ٠,٩٢٢ كم٢ تبعاً لذلك، وهو معدل مرتفع والذى إذا قورن بمناطق أخرى فى العالم نجده كبيراً وقد يماثل نفس المعدلات العالمية فى بعض المناطق، حيث بلغ فى جبال البرز Elburz فى إيران ٠,٩٤ كم٢ (Beaumont , 1972 , P. 255).

جدول (٣٨) : الخصائص المورفومترية للمراوح الفيضية شرقى منخفض توشكى.

الخاصية	الطول	العرض	الارتفاع	المساحة	درجة الانحدار
المتوسط	٢,٤	١,٠٧	١٦,٨٧	٢,٠٨	٠,٦٣
الانحراف المعيارى	١,٦٤	٠,٧٢	١١,٣٥	٢,٥٨	٠,٣٣
عدد الحالات	٤٣	٤٣	٢٣	٤٣	٢٣

* تم قياس الأبعاد من الخريطة الجيومورفولوجية ١ / ٥٠٠٠٠ والانحدار من الخرائط الكنتورية ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها وتوحيد المقاييس.

ويتسم انحدار المراوح الفيضية بأنه خفيف حيث تقل ارتفاعاتها أساساً وبالتالى يقل الانحدار. وقد وصل متوسط درجات الانحدار إلى ٠,٦٣° مما يعكس ان المراوح غالباً ما تكون شبه مستوية، وهذا راجع أيضاً إلى ان الأودية التى تقطع الحافة الشمالية لمنطقة الدراسة هى أودية خانقية تتبع صدوعاً والتى سرعان ما تلقى برواسبها فى منطقة سهلية شبه مستوية. ومن جهة أخرى يلاحظ أن هذه الأودية التى تقطع الحافة غالباً ما تكون مستقيمة مما يسهل اندفاع الرواسب بسرعة نحو السهول وأشباه السهول مما يقلل من عمليات البناء الطبقى للمراوح الفيضية الذى يعطى دائماً ارتفاعاً ملحوظاً وبالتالى يكسبها انحداراً مميزاً. ومن حيث الرواسب نجد أن رواسب المراوح خشنة حيث يسود بها الحصى والأحجار بينما نجد أن المراوح الواقعة وسط وغرب وجنوب غرب المنطقة غالباً ما تكون رواسبها أقل حجماً ويسهل من عملية نحتها ونقلها إلى المراوح وجود طبقات الطين والحجر السلتى مما يسهل نقل الرواسب لمسافة أطول وبناء مراوح فيضية أقرب إلى الأستواء فيقل الانحدار.



شكل (٣٨) : العلاقة بين مساحة حوض التصريف ومساحة المروحة الفيضية ومساحة البلايا شرقى منخفض توشكى.

وفى محاولة تصنيف المراوح الفيضية على الأساس المساحى إلى مجموعات نجد أن المراوح التى تزيد مساحة كل منها عن كيلو متر واحد تبلغ ٢٠ مروحة وتمثل ٤٨,٨٪ من جملة أعدادها، يليها المراوح ذات المساحة التى تتراوح بين نصف كيلومتر مربع واحد وعددها ١١ مروحة وتمثل نسبة قدرها ٢٦,٨٪ من جملة العدد البالغ ٤١ مروحة تم حساب مساحاتها بينما المجموعتين الأقل من ذلك (مجموعة تقع المساحة بين ٠,٢٥ – ٠,٥ كم٢ والمجموعة الأقل من ٠,٢٥ كم٢) فتبلغ أعداد المراوح بهما ٣ و ٧ مراوح على التوالى ومجموع نسبتهما معاً ٢٤,٤٪ من جملة أعداد المراوح الفيضية بالمنطقة، وبهذا يتضح كبر مساحة المراوح نسبياً.

(٢) البلايا [١] :

تظهر البلايا فى منطقة الدراسة وقد امتدت امتداداً واسعاً مجاورة للمسطحات والسهول الصحراوية من جهة وللحافات الجبلية وعند أقدام السفوح الجبلية من جهة أخرى بحيث تظهر أسفل منطقة البهادا، وقد ترتبط بنهايات المراوح الفيضية كما فى البلايا الرئيسية الكبيرة المساحة بالمنطقة شكل (٣٢).

وقد ميز جايجر البلايا الجافة بأنها صلصالية خالية من الأملاح، وإن كان ستون قد ذكر بأن هناك نوعان من البلايا حسب قوام الرواسب، الأول هو بلايا طينية والنوع الثانى هو البلايا الصلصالية (Synder, 1975, P 116) وبصفة عامة فإن البلايا فى منطقة الدراسة من نوع البلايا الجافة وسوف نتعرق على رواسبها فيما بعد.

(أ) الخصائص المورفومترية :

تتميز البلايا فى منطقة الدراسة بعدة خصائص سواء فى الأبعاد أو المساحة أو فى خصائص الرواسب ويمكن أن نبين كل منها. فمن حيث الأبعاد نجد أن طول البلايا يتفاوت من واحدة لأخرى ، فأقل طول يبلغ ٨٥٠ متراً، بينما يزيد أكبر الأطوال فى البلايا إلى ٨,٣ كم أى يزيد إلى عشرة أمثال أصغر الأطوال تقريباً، وقد وصل المتوسط إلى ٢,٧ كم والانحراف المعيارى ٢,٥٧ ولذا نجد أن نسبة الاختلاف فى الأطوال تزيد لتصل إلى ٩٥,٤٪ كما فى جدول (٣٩).

---

(١) هو اسم عام يطلق على المناطق المنخفضة فى طبوغرافيتها وتوجد بها رواسب بحيرات قديمة، وينتشر وجودها فى النطاق الجاف (Neal , 1975 , P . 1)

ويقل الاتساع بشكل واضح حيث نجد أن أقل قيم في اتساع البلايا يصل إلى ٤٠٠ متر بينما يزيد أكبر القيم إلى ٦,٥٥ كم، ونجد أن قيمة المتوسط تبلغ ١,٦٤كم أى انها تمثل حوالى ٦٠٪ من قيمة متوسط الطول، ولما كانت قيمة الانحراف المعيارى تبلغ ١,٥٢ لذا فإن نسبة الاختلاف هنا تصل إلى ٩٢,٧٪ والتى تعكس تبايناً واضحاً أيضاً فى الأبعاد المختلفة بين البلايا سواء فى الأطوال أو الاتساع فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

وتعتبر البلايا من الظاهرات الإرسابية التى تتباين فى المساحة تبايناً شديداً، حيث نجد أن كوك وwارين يشيرا إلى أن مساحة البلايا تتراوح بين عدة أمتار مربعة و ٩٠٠٠ كم٢ (Cooke & Warren , 1973 , P . 217) ، ووصلت مساحاتها فى منطقة بحيرة الطين Mud lake فى نيفادا بين ٨ و ٦٥ متراً مربعاً (Neal & Motts ,. 1967 , P . 522) وبالمقارنة نجد أن منطقة الدراسة تضم ١٥ بلايا وأن مساحة البلايا فى المنطقة تراوحت بين ٠,٢٣ من الكيلومتر المربع وبين ٢٦,١٦ كم٢ مما يعكس أن المنطقة تضم بلايا صغيرة المساحة وأخرى كبيرة جداً فى مساحتها وقد وصل متوسط مساحة البلايا فى المنطقة ٤,٠٥ كم٢ والانحراف المعيارى ٧,١٨ لذا فإن نسبة الاختلاف فى خاصية المساحة بلغ ١٧٧,٣٪ وهى نسبة مرتفعة جداً، وترجع بالدرجة الأولى إلى التباين فى مساحات أحواض التصريف إلى البلايا كما سبق الذكر، ويؤكد ذلك أن متوسط مساحة التصريف بلغ ٥١,٦ كم٢ وأن الانحراف المعيارى ٥١,٧ لذا فإن نسبة الاختلاف بلغت ١٠٠,٢٪ كما فى جدول (٣٩) والذى يظهر وجود لختلاف من مساحة حوض بلايا إلى آخر أو مساحة التصريف من بلايا لأخرى حيث انعكست آثار هذا الإختلاف على مساحة البلايا فى النهاية والتى جاءت مختلفة أيضاً.

ويعكس التوزيع المساحى للبلايا فى شكل فئات مساحية أن أعداد البلايا التى يكون مساحة كل منها ٢ كم٢ فأكثر عددها ٤ بلايات أى ٢٦٪ تقريباً من جملة العدد وتبلغ مساحة هذه المجموعة ٨٩,٢٪ من جملة مساحة البلايا، فى حين أن عدد البلايا التى تقل مساحة كل منها عن نصف الكيلو متر المربع يبلغ ٧ بلايات ولايزيد إجمالى مساحتها عن ٣,٥٪ من جملة مساحة البلايا.

جدول (٣٩) : الخصائص المورفومترية للبلايا ومساحة أحواضها فى شرقى منخفض توشكى.

الخاصية	طول المروحة كم	اتساع البلايا كم	مساحة البلايا كم	شكل البلايا طول ÷ عرض	طول منطقة التصريف كم	عرض منطقة التصريف كم	مساحة منطقة التصريف كم٢
المتوسط	٢,٧	١,٦٤	٤,٠٥	١,٦٣	١٧,٣٥	٩,٧٨	٥١,٦
الانحـــــراف المعيارى	٢,٥٧	١,٥٢	٧,١٨	٦١	١١,٩	١١,٩	٥١,٧

* تم عمل الجدول من الخريطة الجيومورفولوجية ١ /٥٠٠٠٠ والخرائط الكنتورية ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها وتوحيد المقاييس.

وقد استخدم الباحث معامل (الطول ÷ العرض) للتعرف على خصائص شكل البلايا وهى الطريقة التى طبقها ريفس (Reeves, 1975, P. 166) وبتطبيقها وجد أن القيمة فى منطقة شرقى منخفض توشكى تتراوح بين ١,٠٣ و ٢,١٨ ونسبة الاختلاف بينها تبلغ ٣٧٪ وهى قيم صغيرة نسبياً مما تعكس ميل البلايا نحو الشكل المربع فى معظمها أكثر من ميلها إلى الشكل المستطيل لأنه بزيادة القيمة عن ١ بدرجة كبيرة يصبح الشكل مستطيلاً. فقد بلغت القيم عند ريفس فى دراسته غرب تكساس ما بين ١ و ٨,٤ وفى بلايا منطقة الحمادة فى هضبة نجد وصلت القيمة بين ١,٣ و ١٥,٦ والتى تميل إلى الاستطالة (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٦٦).

وعن مظهر الإطار الخارجى للبلايا لوحظ أن أكثرها ذو نمط متشعب وغير منتظم، وحسبما يشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, P. 217) فإن شكل البلايا يعكس أصول نشأتها والعمليات المؤقتة التى مرت بها أحواض البلايا. فالشكل المستقيم يعكس تصدعاً بينما الشكل غير المنتظم - وهو السائد فى منطقة الدراسة - يعكس نظاماً مركباً لخطوط التصريف التى كونتها ويلاحظ هذا على معظم البلايا فى المنطقة والتى يتعدد نظم التصريف إليها ومن اتجاهات مختلفة مما يؤثر على الشكل العام ويكسبه صفة عدم الانتظام.

(ب) رواسب البلايا :

تتميز رواسب البلايا بصغر حجم حبيباتها، وقد وجد أن الرواسب السطحية فى البلايا الخمس التى تم دراستها ميدانياً يتراوح نسيجها بين الرواسب الطميية والطمى الرملى بمختلف الدرجات كما فى جدول (٤٠) وذلك من خلال مطابقة الأحجام بمثلث تصنيف نسيج التربة. ويلاحظ أن نسبة الرمل فى معظمها تزيد عن ٥٠٪ تقريباً من المكونات الحجمية لرواسب البلايا. أما من حيث التحليل الكيميائى فيلاحظ بصفة عامة أن رواسب البلايا ذو قلوية معتدلة والملوحة الكلية منخفضة بشكل واضح.

جدول (٤٠) : نتائج التحليل الحجمى والكيميائى لرواسب البلايا شرقى منخفض توشكى.

رقم البلايا	التحليل الحجمى			نوع الرواسب	معامل القلوية	الملوحة الكلية جزء / مليون
	الرمل ٪	السلت ٪	الطين ٪			
١	٥٢,٤	١٤	٣٣,٦	طمى طينى رملى	٧,١	–
٢	٤٢,٧	٢٥,٥	٣١,٨	طمى طينى	٧,٥١	٢,٢٢
٣	٣٨,٢	٣٢,٢	٢٩,٦	طمى	٧,٧١	–
٤	٦٢,٢	١٠,٢	٢٧,٦	طمى طينى رملى	٧,٩٥	٠,٢٨
٥	٦٨,٢	١٦	١٥,٨	طمى رملى	٧,٦٢	٢,٥٣

* تم التحليل بمعهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة ـ وزارة الزراعة ـ بالجيزة (باستخدام الهيدروميتر) والعينات من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

ويتغير حجم حبيبات رواسب البلايا بالعمق، حيث ظهر من القطاعين الذين تم عملهما فى رواسب البلايا رقم ٢ ، ٥ أن هناك تدرج حجمى بالعمق حيث يزيد حجم الرواسب بالعمق وبالتالى يختلف نوع الرواسب طبقاً لذلك، كما فى شكل (٣٥) حيث أن الطبقة العليا فى بلايا رقم ٢ طمى طينى، ثم تزيد نسبة الرمل نسبياً من ٤٢,٧٪ فى الطبقة العليا إلى ٦٨,٣٪ فى الطبقة الوسطى الواقعة أسفل منها على عمق ٨,٥ سم ليصبح نوع الرواسب طمى رملى، وفى الطبقة السفلى من القطاع على عمق ٢٠ سم تزيد نسبة الرمل من ٦٨,٣٪ فى الطبقة الوسطى إلى ٧٤,٥٪

من المكونات الحجمية للرواسب في الطبقة السفلى، ورغم أن موقع الرواسب فى مثلث التصنيف يعكس أنها طمى رملى إلا أنها تتميز بزيادة نسبة الرمل وانخفاض نسبة الطمى مما يجعلها فى موضع مختلف نسبياً عن رواسب الطبقتين العلويتين. ويرجع هذا التدرج الحجمى إلى سرعة إرساب الحبيبات الكبيرة الحجم إلى أسفل وتظل الحبيبات الأصغر حجماً عالقة لأطول فترة لذا يتم إرسابها فى الأجزاء العليا. وقد لوحظ زيادة القلوية تدريجياً من أعلى لأسفل وإن كانت بمعدلات قليلة حيث بلغت ٧,٥ ثم ٧,٦٧ من أعلى لأسفل على الترتيب، كما أن الملوحة الكلية رغم إنخفاضها بشكل واضح إلا أنها تتدرج أيضاً فى الطبقات الثلاث بالزيادة من أعلى لأسفل، وينطبق نفس التدرج الحجمى ومعامل القلوية وفى الملوحة الكلية أيضاً فى رواسب البلايا رقم ٥.

(ب) عوامل النشأة :

(١) العامل الجيولوجى :

يشير الشاذلى وزملاؤه (El-Shazley et al., 1977, P. 57) إلى أن معظم رواسب البلايا فى منطقة توشكى قد استمدت من الصخور سواء من الحجر الرملى النوبى أو الأحجار الجيرية معنى هذا أن الصخور التى تزود البلايا تمدها برواسب متنوعة، هذا من جهة ومن جهة أخرى نجد أن هناك طبقات طين أسنا السفلى والحجر السلتى الطينى وهى تمثل صخوراً من السهل نحت أجزاء كبيرة منها ثم نقلت الرواسب الدقيقة إلى أخفض المواضع حيث تتكون البلايا خاصة البلايا الكبيرة المساحة حيث لاحظ الباحث انتشار صخور الحجر الطينى على السطح فى مناطق كثيرة وبمساحات كبيرة وقد قطعتها بعض الأودية الصحراوية الضحلة التى تصرف مياهها إلى البلايا الرئيسية بالمنطقة.

وتشغل البلايا الواقعة فى الجزء الغربى والشمالى الغربى بالمنطقة مواضع تحكم بنائى صدعى حيث سهلت الصدوع عملية النحت والتخفيض وتكوين مناطق منخفضة شغلتها أسطح البلايا.

أما البلايا التى تقع تحت السفح الجنوبى لحافة سن الكداب فتتنوع الصخور المحيطة بها سواء كانت من نوع طين اسنا، أو من تكوين الداخلة الذى هو عبارة عن طبقات طين أيضاً يتخللها الحجر الرملى فى الجزء السفلى ويتداخل معها تكوينات كربونية قرب القمة (Awad & El-Sorady, 1987, P. 14) وكل هذا سهل من عملية النحت نتيجة وجود عدم التوافق الذى يميز هذه المكونات الصخرية.

(٢) العامل الطبوغرافى :

تتكون بلايا شرقى منخفض توشكى فى منطقة ذات طبوغرافيا مسطحة كما أنها تشغل أخفض الأجزاء لبعض الأحواض أو المنخفضات الموجودة فى السهول خاصة عند أقدام الحافات، وهى تنتشر فى العديد من الأحواض الصغيرة بمنطقة توشكى (El-Shazley et al., 1977, P. 570) فأخفض نقطة فى شرقى منخفض توشكى وهى ١٢٠,٥ متراً فوق سطح البحر تمثل أخفض موضع فى بلايا رقم ٤. وبقراءة أخفض المناسيب بمناطق البلايا من الخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ وجد أن أخفض منسوب لأسطح البلايا يتراوح بين ١٢٠,٥ و ١٨٤,٥ متراً فوق سطح البحر، وهذا يعكس لنا حقيقة وهى اختلاف الأحواض الصحراوية المغلقة أو المنخفضات الثانوية بالمنطقة فى مقدار انخفاضها وتعميقها وبالتالى الاختلاف فى مناسيب البلايا. فالبلايا توجد على مستويات مختلفة فى المنطقة، حيث أن ثلثى عددها يوجد على منسوب أقل من ١٥٠ متراً فوق البحر والباقى بين ١٥٠ و ١٨٤,٥ متراً فوق البحر من جملة ١٦ حالة.

وبقياس الانحدار لعدد ١٦ حالة من البلايا من خرائط ١ / ٢٥٠٠٠ وجد أن درجة انحدار سطح البلايا يتراوح مابين ٠٠,٤° – ٠٢,٣° ، أى أن الانحدار يتراوح بين شبه الاستواء وبين الانحدار الخفيف، وذلك طبقاً لتصنيف يانج للانحدار، وهى انحدرات تسمح بنقل الرواسب الناعمة إلى المواضع المنخفضة لتنشأ وتتكون البلايا، ويظهر هذا بوضوح فى نطاق البهادا فى الشمال والوسط والجنوب الغربى حيث ترتبط بها بعض البلايا، وحيث أن البهادا نفسها تتراوح انحداراتها ما بين الخفيفة إلى المتوسطة الانحدار بشكل عام.

(٣) العامل المناخى :

ترتبط البلايا فى المناطق الصحراوية بظروف الأمطار القديمة التى حدثت إما فى البليستوسين أو الفترات الرطبة نسبياً والتى حدثت فى فترة التقلبات المناخية فى عصر الهولوسين، ومازالت تتزود البلايا بالرواسب حتى الآن. ولما كانت البلايا فى منطقة الدراسة من النوع الجاف فإنه مما ساعد على وجودها أيضاً عنصر الحرارة وقد أشار نيل (Neal, 1975, P. 2) إلى أن البلايا تكون جافة معظم الوقت وتحتاج نسبة مرتفعة لكل من قيم التبخر السنوى والتساقط السنوى تصل إلى ١٠ : ١ وبفحص قيم الأمطار فى محطتى الخارجة وأسوان وجد أن كمية المطر فى الفترات المعاصرة ٠,٤ مم (للفترة ٦٤ ـ ١٩٧٥) فى الأولى و ٠,٧ مم (للفترة ٦٠ – ١٩٧٥) فى الثانية، ونظراً لارتفاع الحرارة وزيادة معدلات التبخر فإن قيمة المؤشر تزيد عن ثلاثة أمثال القيمة التى ذكرها نيل، كما أن ارتفاع الحرارة وسيادة الجفاف يؤدى إلى تشكيل مورفولوجية أسطح البلايا من حيث التشقق، وتساعد الرياح على نحت وتشكيل أسطحها أيضاً كما سيأتى.

(٤) العامل الهيدرولوجى :

يعتبر العامل الهيدرولوجى همزة الوصل ما بين العوامل الثلاثة السابقة فى تكوين البلايا حيث تنقل الأودية المياه الناتجة عن الأمطار والرواسب من فوق الصخور إلى مواضع البلايا فى المناطق المنخفضة، ولهذا نجد أن الصورة التوزيعية للبلايا،كما فى شكل (٣٢) ترتبطبنطاق توزيع شبكات التصريف شكل (٣٤) وتختفى البلايا من المناطق الشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية لمنطقة شرقى منخفض توشكى حيث تختفى خطوط التصريف المائى.

وبفحص نظم البلايا Playa systems فى المنطقة والتى تتضمن البلايا وأحواض تصريفها وجد أن بعض البلايا ترتبط بحوض تصريف واحد والبعض الآخر يرتبط بأكثر من حوض تصريف حيث تتعدد الأودية التى تصرف إلى البلايا وتتعدد اتجاهاتها، وكلها ذو نمط تصريف مركزى، وبالتالى تقوم الأودية بنقل المياه والرواسب من أعلى إلى أسفل، أى من المناطق المجاورة المرتفعة إلى البلايا الموجودة فى المواضع المنخفضة وتحمل الأودية التى تصرف مياهها للبلايا بعض

الرواسب الناعمة وترسبها فى تلك المواضع المنخفضة، وأن تكرار حدوث عملية وصول المياه إلى هذه البلايا كل بضعة أعوام قليلة بالإضافة إلى شدة التبخر يجعلهما يتضافران معاً فى رسم مورفولوجية هذا المظهر الجيومورفولوجي بالمنطقة.

ويشير كوك ووارين(Cooke & warren , 1973 , p . 217) إلى أن البلايا تشبه فى نظامها Playa Systemعلاقة المروحة الفيضية بنظام الصرف، حيث أن مساحة البلايا قد تكون ذات علاقة بخصائص أحواض التصريف، واستخدم الباحثان فى دراستهما بيانات من الخرائط ووجدا أن هناك علاقة إيجابية وارتباط موجب بين مساحة التصريف ومساحة البلايا.

وبتحليل العلاقة بين كل من إجمالى مساحات أحواض التصريف لكل بلايا وبين مساحة البلايا باستخدام الانحدار الخطى البسيط لعدد١٥ بلايا وجد أن معامل الارتباط ٠,٧١ وهو أكبر من الارتباط النظرى الذى يساوى ٠,٦٤ عند احتمال ١٪ لذا نرفض الفرضية الصفرية القائلة بعدم وجود علاقة بينهما ونقبل الفرضية العكسية ونقول بأنه توجد علاقة بين مساحة التصريف ومساحة البلايا. ويلاحظ من شكل (٣٨) أن نقاط التوزيع تتجمع بشكل واضح حول خط الانحدار مما يعكس قوة العلاقة، كما أن معدل التغير فى مساحة البلايا يبلغ ٠,٠٣كم٢ ، بمعنى أنه كلما زادت مساحة حوض التصريف كيلو متراً مربعاً واحداً فإن هذا يزيد من مساحة البلايا بمقدار ٠,٠٣كم٢ وبهذه الصورة يبدو أثر التصريف ومنطقة التجميع على تكوين مسطحات البلايا وبمساحات تتفاوت من موضع لآخر لاختلاف الوضع المائى الذى تقوم الأودية بتجميعة من المساحات المختلفة فى فترات سقوط المطر.

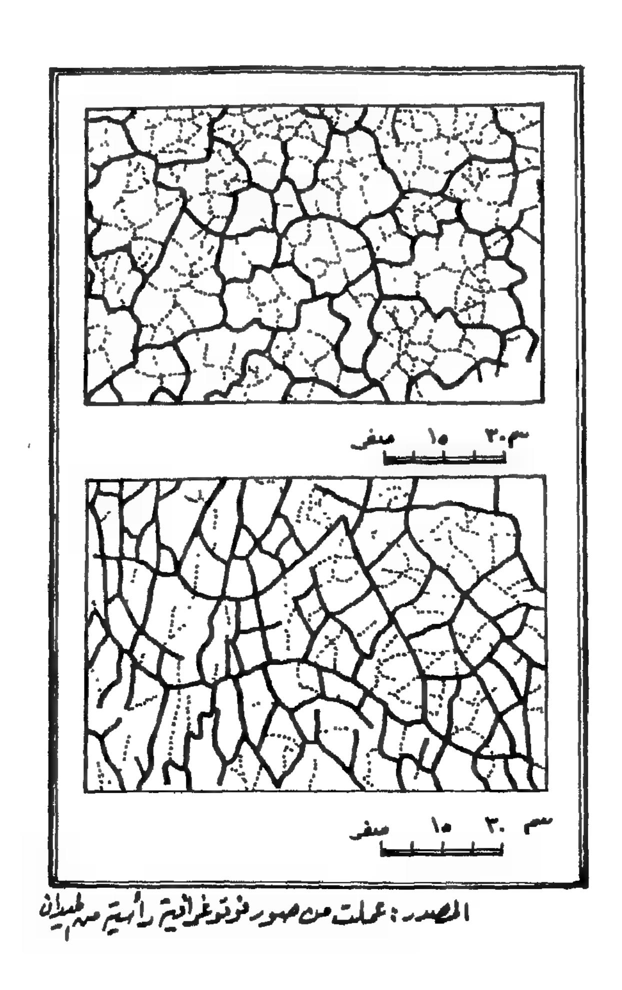
(ج) مورفولوجية أسطح البلايا :

تتسم أسطح البلايا فى المنطقة بملامح متباينة، وإن كانت تتفق كلها فى أن نوع السطح صلب، ذو قشور جافة، والقشور على هيئة رقائق فى معظم البلايا حسب تصنيف نيل وزملاؤه (Neal et at ., 1968) ويتميز السطح بوجود ظاهرات عديدة منها الشقوق، والتلال الرسوبية الصغيرة، والنبات الطبيعى، وتقطع السطح.

فظاهرة الشقوق على أسطح البلايا هى عبارة تشققات للمواد الطينية وتحدث عندما يحدث جفاف بسب شدة التبخر فتتكمش الرواسب وتتشقق على هيئة مضلعات عديدة وغير منتظمة، يتراوح عددها من ٣ ـ ١٢ ولكن الأغلبية من ٣ـ٥ أضلاع (حمدان،١٣٩٦ هـ، ص ١٩). وهناك ميكانيكية معينة تخضع لها نشأة الشقوق فى البلايا، حيث أنه بعد فترة الرطوبة وتشبع الرواسب بالمياه تتعرض للجفاف، فتمر بحالة السيولة، واللزوجة ثم مرحلة الانكسار للمكونات الصلبة ويكون حجمها قد قل حتى تصل إلى حد الانشقاق بسبب تبخر المياه من الرواسب فتظهر التشققات معتمدة على أحوال داخلية خاصة بالمادة المكونة للرواسب (Cooke & Warren, 1973, pp. 135-136).

ومن الدراسة الميدانية وجد أن الشقوق واضحة فى حالتين من جملة عدد البلايا هما بلايا ٢و٤ وبقياس اتساع وعمق ٣٥ شق فى كل بلايا منها وجد أن الاتساع فى الأولى ما بين ٢,٦و١٠,٦ سم، وأن المتوسط يبلغ ٦سم، وفى الثانية يتراوح بين ١,٧و١٦سم ويبلغ متوسط الاتساع ٤,٥سم. أما العمق فيتراوح فى الأولى ٤,٦-٢٥,٢سم بمتوسط قدره ١٠,٨سم بينما يتراوح فى الثانية ٨-٤٠سم وبمتوسط يبلغ ٢١,٧سم، وتعكس هذه القيم زيادة الاتساع فى الأولى وزيادة العمق فى الثانية.

وقد تعرف لشنبرج Lachenburch ١٩٦٢ على نظامين شائعين للشقوق هما : نظام متعامد حيث تتلاقى الشقوق بزوايا قائمة مع بعضها، والنظام الثانى نظام غير متعامد وتكون الزوايا منفرجة وتصل ١٢٠° (Ibid , P. 137) . ويمثلها فى منطقة الدراسة بلايا رقم ٤ بالحالة الأولى وبلايا رقم ٢ للحالة الثانية كما فى شكل (٣٩) ويلاحظ أن المضلعات فى بلايا رقم ٤ كثيرة الأضلاع والتى تتراوح بين ٨-١٢ ضلعاً بينما يقل عددها فى بلايا رقم ٢ حيث يتراوح عددها بين ٤-٦ أضلاع، وقد يرجع ذلك إلى إختلاف قوام الرواسب فيهما، حيث أنه فى الأولى يكون نسيج الرواسب طمى طينى رملى وفى الثانية ـ وهى بلايا رقم ٢ ـ يكون نسيج الرواسب طمى طينى كما فى جدول (٤٠) ولذا يقل تماسك الأولى ويزداد التماسك فى الثانية فتتشقق الأولى بمعدل أكبر ويزيد عدد المضلعات والشقوق. بينما تكون عملية التشقق فى الحالة الثانية أقل، فيقل بذلك معها عدد الشقوق.



شكل (٣٩) : نظام الشقوق والمضلعات على أسطح البلايا شرقى منخفض توشكى.

أما عن نمط المضلعات فقد أشار نيل وأخرون (Neal et al., 1968, P. 8) إلى أن هناك ثلاثة أنماط هى النمط العشوائى المنتظم، والنمط الإتجاهى، وبمطابقة شكل (٣٩) بهيئة هذه الأنماط وجد أن الشقوق فى بلايا رقم ٤ هى من النوع العشوائى غير المنتظم، بينما الشقوق فى بلايا رقم ٢ هى من النوع العشوائى المنتظم.

ويلاحظ أن الكتل الرسوبية فيما بين هذه الشقوق إما أن تكون مستقيمة السطح أو مقعرة أو محدبة وحسبما أشار كوك ووارين (Cooke & Warren , 1973, P. 139)، وجد من الدراسة الميدانية أنها مستقيمة الهيئة كلها، ويفسر كوك ووارين إلى أن مثل هذه الشقوق تكونت في طبقة سميكة من الرواسب وخالية من الأملاح والتى قد جفت ببطئ كما في صورة (٧).

ومما يؤكد ذلك هى الإنخفاض النسبى الواضح فى نسبة الأملاح الكلية بالبلايا بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر، كما أن الرواسب الخشنة نسبياً بالبلايا تمنع التقعر أو التحدب والذى يظهر فى ظل وجود رواسب ناعمة، وحيث أن هناك نسبة مرتفعة من الرمل ضمن المركب الحجمى بالبلايا فأن هذا ساعد على وجود صفة الأستواء لسطح كتل البلايا الواقعة بين شبكة الشقوق. ويعطينا حمدان (١٩٣٦هـ ، ص ١٩) تفسيراً ثالثاً وهو أنه إذا كانت الرواسب سميكة فإن التشققات تكون عميقة وقد يصل عمقها قرابة نصف المتر ولذا يصعب بذلك تقوسها لأعلى.



صورة (٧) : سطح بلايا رقم (٤) ويلاحظ أن سطح المضلعات أفقى ومستوى، ونظام الشقوق غير متعامد.

وتعتبر ظاهرة التلال المعزولة المظهر الثانى الذى يميز مورفولوجية أسطح البلايا وهى تلال صغيرة تبدو كما لو كانت كومات ولكنها ناتجة عن النحت فى منطقة البلايا، ويظهر هذا الملمح فى بلايا رقم ١ وبلايا رقم ٥، وبقياس أبعاد وانحدار عشرة تلال منها وجد أن طولها يتراوح بين ١,٨٣ و ٨ أمتار، والمتوسط يبلغ ٣,٥٧ متر وهى ضيقة جداً فى الاتساع، أما الارتفاع فيتراوح بين ٠,٤٧ من المتر و ٣,٠٥ متر، ويصل متوسط الارتفاع إلى ١,٣٢ متر. وتتميز هذه التلال بشدة انحدار جوانبها والذى يتراوح بين ١٧° - ٤١° أى بين الانحدار فوق المتوسط والانحدار الشديد جداً، ويصل متوسط درجة الانحدار ٢٨,٥° مما يكسبها صفة الانحدار الشديد وهى تلال مصقولة بفعل التذرية والغسل، ويفصل بين هذه التلال هيئة ممرات تمثل أخاديد نحتتها الرياح فى أسطح البلايا، وإن كان بعض من هذه التلال آخذاً فى التشكيل إلى ظاهرة الياردانج.

وقد ساعد الرياح على ممارسة عمليات النحت خلو البلايا من النبات الطبيعى الكثيف، وقد أشار بلاكويلدر (Blackwelder, 1975, P. 297) إلى أن البلايا فى الصحارى تمثل أحد المواضع التى تتعرض لعمليات التذرية بفعل الرياح بشكل قوى، كما أن نيل يطلق عليها كدوات التذرية Deflation Buttes (Neal, 1975, P 385).

أما ظاهرات الإرساب فوق أسطح البلايا فنجد كومات رملية وكثبان رملية طولية. فالكومات الرملية ترصع سطح بلايا رقم ٥ وإن كانت قليلة ومبعثرة ومنخفضة جداً فى الارتفاع حيث تتصيدها بعض النباتات الصحراوية، وتوجد أيضاً الكومات الرملية فى بلايا رقم ٢ حيث أنها غنية نسبياً بالنبات الطبيعى. أما الكثبان الرملية الطولية فنجد أن هناك نمو لإحدى الحافات الرملية على السفح الجنوبى لإحدى الحافات الجبلية وقد امتدت هذه الحافة الرملية فوق مسطح البلايا رقم ٢.

ويمثل النبات الطبيعى أحد الملامح الطبيعية المميزة لأسطح البلايا وقد لوحظ أن بلايا رقم ٢ هى أكثر غنى فى النبات من البلايا الأخرى وإن كانت كلها نباتات قصيرة ومتباعدة، كما يوجد فى بلايا ٤ النبات بقلة، ونادراً ما يوجد النبات فى بلايا رقم ٥ وقد وجد الباحث أن بعض هذه النباتات فى حالة جافة وأخرى مازالت فى مرحلة النمو مما يعكس حصول المنطقة على كمية من الأمطار فى شتاء العام

الماضى (١٩٩٦) وربيع هذا العام (١٩٩٧) وتدفقت المياه إلى أسطح البلايا فعملت على نمو مثل هذه النباتات، كما أنها تمثل المواضع الوحيدة والظاهرات الجيومورفولوجية الفردية التى ينمو بها النبات بمنطقة شرقى منخفض توشكى.

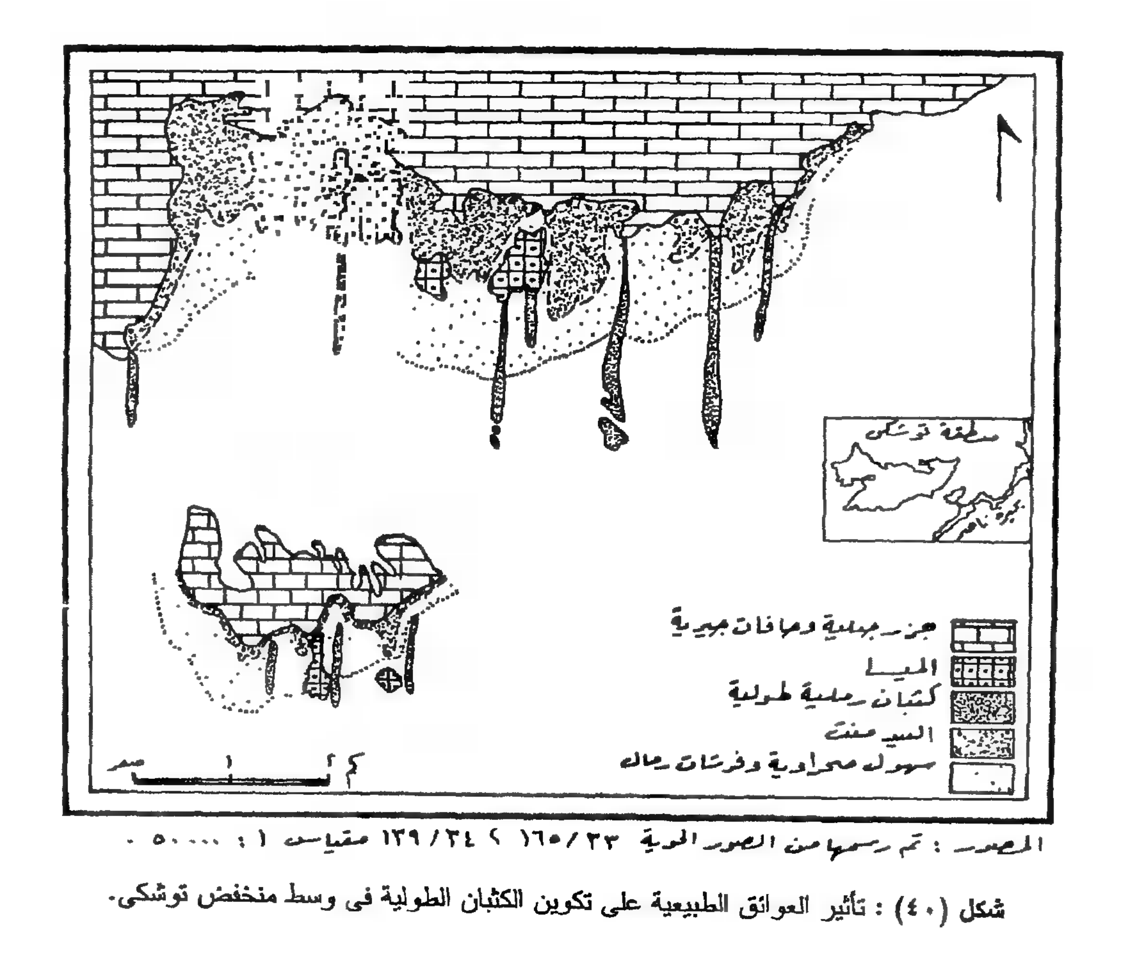
(٣) الكثبان والحافات الرملية :

تمثل الكثبان الرملية أحد الملامح الجيومورفولوجية الناتجة عن الإرساب الهوائى، وهى كثبان رملية طولية تبدو فى شكل حافات رملية طولية تمتد غالباً بمحور شمالى جنوبى مرتبطة بأحد العوائق الطبيعية خاصة الحافات الجبلية أو السفوح المحددة لمنطقة الدراسة خاصة السفوح الشمالية.

ويبلغ متوسط طول هذا النوع من الكثبان ٧٥٤ متراً لعدد ٢٥ حالة تم قياسها من الصور الجوية مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ ، والذى يتراوح مابين ٢٢٥ متراً كأقل امتداد وبين ١٩٥٠ متراً كأقصى امتداد طولى لهذه الكثبان أما اتساعها فيتراوح بين ٣٦ متراً وبين ١٨٣ متراً، ويصل المتوسط ٩٨ متراً أى أن الاتساع ضيق جداً بحيث لايزيد معدله عن ٢٤٪ من مقدار الطول، ويلاحظ أن اتجاهات الكثبان الرملية الطولية من الشمال إلى الجنوب ترتبط أساساً باتجاه الرياح. وبقياس محاور اتجاهاتها من الصور الجوية وجد أنه يتراوح بين ١٨,٥° شرقاً وبين ٣,٥° غرباً كما فى شكل (٤٠)، وهى فى ذلك ترتبط بالتكرار العالى القيمة لمعدلات هبوب الرياح من هذه الاتجاهات كما فى شكل (٣٦).

وبقياس أربعة حالات ميدانية بمنطقة الدراسة وجد أن انحدار جوانبها بين ١٦° وبين ٢٥° أى بين الانحدار المعتدل والانحدار الشديد، ووصل ارتفاع هذه الكثبان الطولية بين ٢,٥٤ متر وبين ١٨,٨ متراً بمتوسط عام ٩,٩ متر.

وبتحليل عينتين لكثيبين من الكثبان الرملية فى منتصف منطقة شرقى منخفض توشكى وجد أن متوسط حجم الحبيبات فيهما ϕ ٢,١٨ ، ϕ ١,٩٢ ، فالأولى رواسبها رمل ناعم والثانية رمل متوسط، وهى رواسب متوسطة التصنيف حيث بلغ معامل التصنيف بين ٠,٥ – ١ (إمبابى وعاشور، ١٩٨٥، ص ٩).



المصدر : تم رسمها من الصور الجوية ٣٣/١٦٥ ، ٣٤/١٣٩ مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ .

شكل (٤٠) : تأثير العوائق الطبيعية على تكوين الكثبان الطولية فى وسط منخفض توشكى.

وهناك عدة عوامل ساعدت على نشأة مثل هـذا الملمـح الجيومورفولوجـى منهـا شكل السطح، حيث أن الحافة الشمالية فى جزئيها الشـمالى والشـمالى الغربـى تهبط منهما الرياح الشمالية وهى محملة بالرمال إلى منطقة منخفضة وسـرعان مـا تشـكل مظهر الكثبان الرملية الطولية كمظهر إرسابى فيما وراء الحافة، والعامل الثانى هـو شكل واتجاه التضـاريس، حيث توجد حافات جبلية فى وسـط المنطقـة تتجـه بمحـاور شرقية – غربية، أى أنها تتعامد مع اتجاه الريـاح فتشكل عائقاً للريـاح فتميـل بذلـك نحو الإرساب فتشكل مجموعة كثبان رملية طولية تنحدر على السفوح الجنوبية لهـذه الكتل وتمتد بالاتجاه الجنوبى فوق أسطح السهول الصـحراويـة. والعـامل الثـالث هـو وفرة الرواسب وخلو المنطقة من النبات الطبيعى، حيث توجد رواسب مفككة تتمثـل فى اسطح الأرصفـة الصـحراوية أو السـهول وأشباه السـهول والتـلال وغيرهـا مـن المظاهر التى توجد فوقها رواسب ناعمـة مفككـة، ونظـراً لخلـو السـطح مـن النبـات الطبيعى فإن هذه الظاهرات تعتبر معيناً تتزود منه الرياح بالرواسب التى تشكل بهـا هذا المظهر الصحراوى.

ويبـدو لنـا مظهـر بعـض هـذه الكثبـان الرمليـة الطوليـة فـى هيئـة متقطعـة فـى الأطراف الجنوبية، ومنخفضة بوضوح، مما يدل علـى اتجـاه هـذه الحافـات للهجـرة نـحو الجنوب تدريجياً.

* * *

الفصل الخامس

الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية
شرقي منخفض توشكى

الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية
شرقي منخفض توشكي

أولاً: الخصائص الجغرافية للمنطقة :

تتميز منطقة شرقي منخفض توشكي بعدة خصائص جيومورفولوجية وخصائص جغرافية عامة تجعلها تأخذ أولويات في إطار عمليات التنمية في منطقة جنوب الوادي والتي تتجه لها أنظار الدولة وأصبحت محط الأهتمام بعمليات التنمية، وتتمثل في الأتي :

أ - خلو المنطقة من الكثبان الرملية حيث أن النطاق الواقع شرق منخفض توشكى حتى حافة سن الكداب شمالاً نجده يقع بعيداً عن مسارات الكثبان الرملية الطولية القادمة من الشمال إلى الجنوب والتي يكثر وجودها في منخفض الخارجة ووسط منخفض توشكي وامتدادها جنوباً إلى باقي أجزاء منخفض توشكي في الجزء الجنوبي الغربي، هذه الخاصية تجعل التنمية العمرانية والمزارع والطرق المقترح إنشاؤها بالمنطقة بعيدة عن المشكلات الناجمة عن هجوم الكثبان الرملية، فتقل معها المشكلات البيئية المرتبطة بتنمية المناطق الصحراوية الجافة وإدارتها، مما يعطي هذه المنطقة ميزة طبيعية مقارنة بباقي منطقة توشكي من جهة وجنوب الواحات الخارجة من جهة أخرى مما يضعها في موقع افضل للتنمية في إطار الاستراتيجية العامة التي تنتهجها الدولة لتنمية جنوب مصر.

ب - تضم المنطقة مساحات كبيرة من الأراضي والتربة الصالحة للزراعة – وستأتي دراستها التفصيلية فيما بعد – والتي تبدو في شكل مساحات كبيرة شبة متصلة مما يساعد على التنمية الزراعية خاصة بالمنطقة، سواء في صورة مزارع صغيرة وقرى تعمير تشبه تلك التي استحدثت بباقي واحات الصحراء الغربية وهوامشها، او في صورة مزارع واسعة تطبق فيها كافة التكنولوجيا

الزراعيـة المتطـورة مـن نظـم رى وشبكات طـرق دون عقبـات فـى الإتصـال المكانى بين أجزاء المنطقة.

جـ - الثبات النسبى للبنية وللصخور الواقعة تحت التربـة مما لا يشكل خطـراً علـى عمليات هبـوط التربـة حيث ترتبط الاخطـار دائمـا بعمليـات التحجير و حفر المناجم لاستخراج المعادن، وعمليات سحب المياه الجوفية والتـى ينتج عنهـا كلها عمليات هبوط للتربة وكلها تختفى من المنطقة.

د - تختفى مشكلات الانهيار الأراضى للكتل الصخرية بالمنطقة والتى تمثل خطراً على المبانى وشبكات الطرق إلا فى هوامش محدودة وبعيدة نسبياً عن العمران والطرق وعن مناطق التنمية الزراعية المخطط لها

هـ - أن مشكلات السيول قليلة الحدوث – بل نادرة – مما يجنب المراكز العمرانيـة المخطـط لهـا والأراضـى التـى ستزرع مـن المخـاطر الناجمـة عـن السـيول الجارفة.

و- القرب المكانى النسبى من المـورد المـائى، حيث تمثـل منطقـة الدراسـة أولـى المناطق القابلة للزراعة والتى رسم فيها خط مسار ترعـة جنـوب الـوادى بعد خروجها من المناطق الصخرية التى تصرف أوديتها نحو بحيرة نـاصر، وهـذا يمثل عاملاً أساسياً فى تامين مصادر المياه اللازمة للتنمية الزراعية، ويقلل مـن تكاليف المياه فى العملية الزراعية.

ز - سهولة الاتصال لنقل المنتجات وحركة التبادل بينها وبيـن وادى النيـل وبالتـالى سهولة الاتصال بالأسواق خارج الإقليم لتصريف المنتجـات وذلـك بعد اكتمـال شبكة الطرق المخطط لإنشائها.

ثانياً : التربة والزراعة :

تعتبر التربة نتاج كـل مـن العـامل الجيولوجـى والطبوغرافـى والمنـاخى بشـكل أساسى فى منطقة الدراسة، وتوجد أنواع متعددة للتربـة بالمنطقـة ويرتبـط كـل نـوع منها فى الغالب بأشكال جيومورفولوجية، ويتضح ذلك مـن مقارنـة خريطتـى التربـة والجيومورفولوجيا.

فالسهول وأشباه السهول توجد بها الأراضى الطميية والطينيـة الرملية، وقطـاع التربة عميق، كما أن معظم سهول البهادا يوجد بهـا تربة طميية طينيـة او طمييـة رملية وإن كانت عميقة إلى متوسطة العمق فى القطاع، كما تتخلل التلال المعزولـة وبعض المرتفعات والتى تقع فى نطاق السهول واشـباه السـهول بعض مـن أنـواع الأراضى الطميية والطينية الرملية العميقـة، وتغطـى بعض المنـاطق التلية كمـا أن تربات المراوح الفيضية فى معظمها طميية إلـى طينيـة رمليـة، بالإضافـة إلـى تربـة البلايا.

وتتنوع التربة حسب تنوع الصخر والعمليات الجيومورفولوجية التى كونتها مـن تجوية ونحت للتربـات المحلية وإرسـاب للتربـات المنقولـة، ولهذا يوجـد بالمنطقـة خمسة أنواع رئيسية هى[1]:

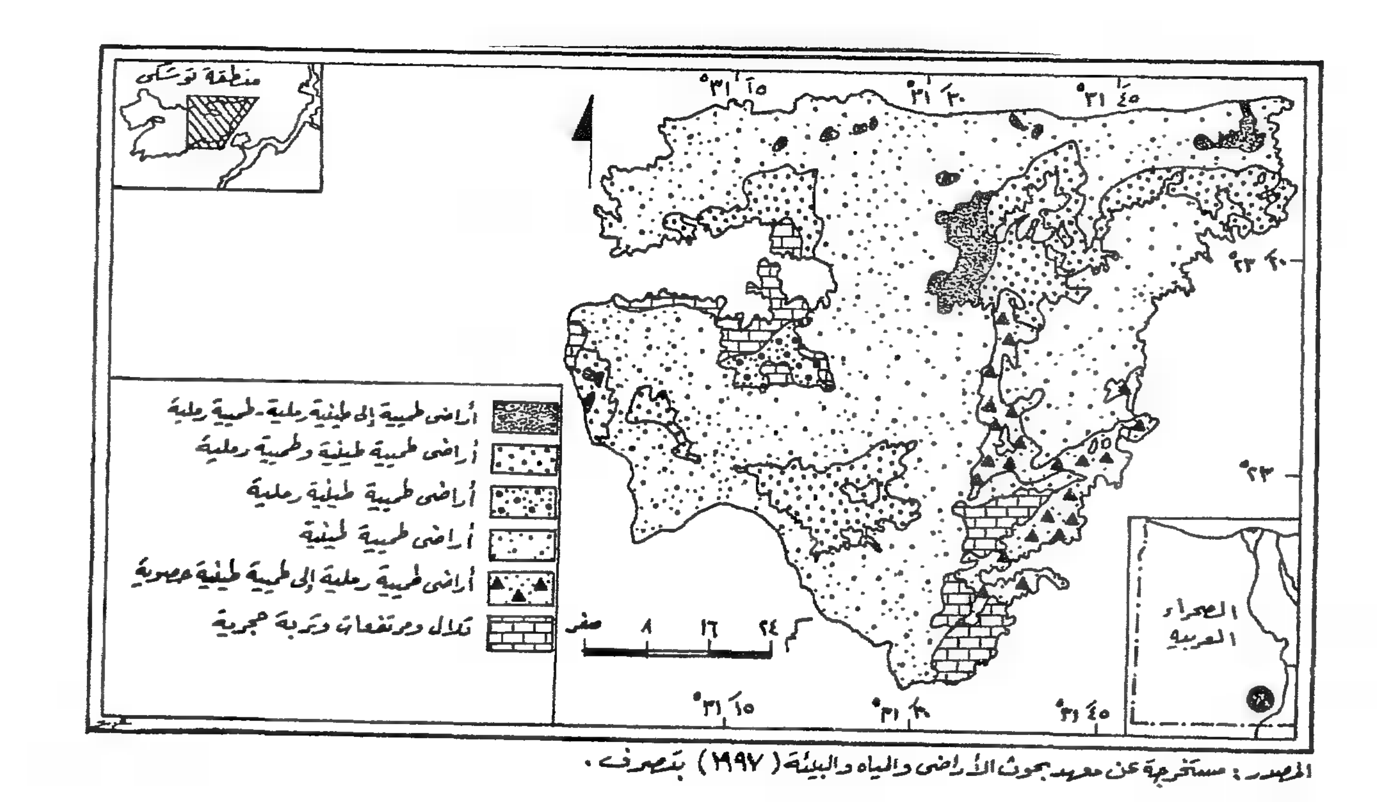
(أ) الأراضى الطمييـة الطينية، وتبلـغ مسـاحتها ٠,٦٥٧ مليـون فدان، وهـى اكـثر الأنواع سيادة بالمنطقة حيث تمثل ٦٩,٨٪ من المسـاحة الكليـة، كمـا فـى شـكل (٤١) وهى أراضى صالحة جداً للاستزراع حيث تتميز باستواء السطح والتربة عميقة ويقل محتواها من الجبس، ورغم ارتفـاع الملوحـة نسبياً إلا أنـه يسـهل التخلص منها لجودة نفاذيتها للماء وتجود بها جميع المحاصيل الزراعيـة والتـى تتناسـب مـع ظـروف المنـاخ (معهد بحـوث الأراضـى والميـاه والبيئـة،١٩٩٧، ص٩٦).

(ب) الأراضى الطميية الطينية الرملية، حيث يتداخـل النوعـان، ومسـاحتها ٠,١٣ مليون فدان، وتشغل ١٣,٩٪ من جملـة مسـاحة المنطقـة كمـا فـى جـدول (٤١) وهى تعتبر من الأراضى الصالحة جداً للاستزراع أيضاً مثل النوع السابق.

(ج) أراضى طميية إلـى طينية رملية، إلى طمييـة رمليـة وتبلـغ مسـاحتها ٠,٠٢٤ مليون فدان وهى تمثل ٢,٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وهذه الأراضى صـالحـة للاسـتزراع وتتميز باستواء السطح والتربـة عميقـة وغالبيتهـا غـير حصوية وتصلح لزراعة غالبية المحصول (المرجع السابق، ص ٩٧).

---

(١) النوع والعمق وصفات الإنحدار مأخوذة عن معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة، ١٩٩٧ والمساحات من حساب البحث



المصدر: مستخرجة عن معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٩٧) بتصرف.

شكل (٤١) : أنواع التربة فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

جدول (٤١) أنواع التربة ومساحاتها شرقى منخفض توشكى

م	نوع التربة	المساحة كم٢	المساحة بالفدان	نسبتها ٪ إلى جملة المساحة
١	طميية إلى طينية رملية، رملية إلى طميية رملية	١٠٣,٦٨	٢٤٦٧٥	٢,٦
٢	طميية طينية أو طميية رملية	٥٤٩,٧٦	١٣٠٨٤٣	١٣,٩
٣	طميية طينية رملية	٤٨	١١٤٢٤	١,٢٠
٤	طميية طينية	٢٧٦٤,١٦	٦٥٧٨٧٠	٦٩,٨
٥	طميية رملية إلى طميية طينية حصوية	٢٢٩,١٢	٥٤٥٣١	٥,٨
٦	تلال ومرتفعات حجرية	٢٦٥,٦	٦٣٢١٢	٦,٧
	جملة المساحة القابلة للاستزراع		٨٧٩٣٤٣	٪١٠٠

* الأنواع عن معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٩٧) والمساحات من قياس الباحث من خريطة حصر الأراضى وتصنيف التربة لمنطقة جنوب الوادى.

(د) الأراضى الطميية الطينية الرملية، وتبلغ مساحتها ٠,٠١١ مليون فدان، وتمثل ١,٢٪ من جملة المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وهى أراضى خفيفة الانحدار، وصالحة للاستزراع مثل النوع السابق .

(هـ) الأراضى الطميية الرملية إلى الطميية الطينية الحصوية، ومساحتها ٠,٠٥٥ مليون فدان تقريبا وتشغل ٥,٨٪ من منطقة الدراسة وهذه المجموعة من انواع التربة هى متوسطة الصلاحية للاستزراع، وغالبيتها شبه مستوية وإن كان بعض منها متوسط التموج وتحتاج إلى تسوية، وبعض منها ذو طبقات تحتية صلبة ولذا فإنها تصلح لزراعة المحاصيل التى تجود فى التربة الرملية.

(و) التربة الحجرية، وتتمثل فى أسطح التلال والكويستات والحافات الجبلية التى تنتشر بمنطقة الدراسة فى الوسط وعلى هوامش المنطقة، وهى تشغل مساحة صغيرة لاتزيد عن ٦,٧٪ من مساحة منطقة الدراسة والتى يمكن ان تستخدم لأغراض أخرى غير الزراعة كسياحة الجبال أوغيرها وهى تشغل مسطحات مناطق البيدمنت وبعض أجزاء الحافات الجبلية والجبال المنفردة والتلال المعزولة.

المشكلات المتوقعة للتربة :

تتعرض الترببات التى تستثمر زراعياً فى البيئات الصحراوية الجافة غالباً لمشكلات النحت والتعرية والتى تختلف معدلاتها من مكان لآخر، وتنتج عمليات النحت إما بفعل الرياح أو بفعل جريان المياه الذى يحدث من فترة لأخرى. ولما كانت القيمة الحرجة لدرجة الانحدار والتى عندها تبدأ عمليات نحت التربة تبلغ ٢,٨° (Cooke & Doornkamp, 1974, P. 361) لذا فإن كل أنواع التربة بالمنطقة لن تتعرض لمثل هذه المشكلات حيث أنها شبه مستوية الانحدار حسبما ورد فى تقرير معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة، فيما عدا النوع الخامس وهو الأراضى الطميية الرملية إلى الطميية الطينية الحصوية وهى تتنوع ما بين شبه المستوية إلى متوسطة التموج، والتى تكون نسبة انحدارها ٢ – ٥ ٪ وهو أعلى من القيمة الحرجة مما يعرض هذا النوع من التربة لمشكلات النحت، ومع ذلك فإن نسبة هذا النوع من التربة لا تزيد عن٦,٢٪ فقط من جملة الأراضى الصالحة للاستزراع مايعكس أن تربة المنطقة لن تتعرض لمشكلات نحت إلا فى حدود ضيقة جدا.

أما عمليات نحت الأودية والجريان السطحى للتربة بالمنطقة فهى عمليات بطيئة نظراً لقلة إنحدار السطح من جهة، وأن عمليات نحت الأودية إذا وجدت – وهى بطيئة بشكل واضح نظراً لاستواء معظم السطح – فإنها لاتظهر إلا فى ٦٣,٢٪ فقط من مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى وهى المساحة التى تنتشر فيها الأودية الصحراوية الجافة والتى تتميز بالضحالة وقلة العمق، حيث تختفى شبكات الأودية الصحراوية الجافة من الجزء الشرقى للمنطقة تماما وذلك من مساحة بلغت ١٤٥٦ كم٢ كما فى شكل (٣٤) أى أن٣٧٪ من مساحة المنطقة تخلو تماما من أى تاثير للنحت الفيضى أو لإرساب الأودية بحمولتها على الأراضى الزراعية، وبهذا يبدو لنا قلة الأخطار البيئية التى يمكن ان تتعرض لها المنطقة فى المستقبل بعد حدوث عمليات التنمية، خاصة إذا عرفنا أن من أحد العوامل التى تقلل من نحت التربة هو قلة الانحدار (Verstappen, 1983, P. 349) وهذا العامل هو من سمات منطقة الدراسة فالغالبية العظمى من أراضى المنطقة شبه مستوية الإنحدار

ولايوجد إلا نوعاً واحداً من التربة متوسطة التموج وذات إنحدار متوسط (معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة، ١٩٩٧، ص ص ٤٣ – ٤٥) مما يقلل من عمليات نحت التربة إلى أدنى حد ممكن.

أما عن أنواع المحاصيل التى تتناسب مع ظروف المناخ والمركب الطبيعى لمنطقة الدراسة فيمكن زراعة المحاصيل التى تتناسب مع ظروف المنطقة، حيث قد يناسبها زراعة البن أو الشاى، ويمكن زراعة الكاكاو والأناناس وجوز الهند ونخيل الزيت (إسماعيل، ١٩٦٨، ص ٩٣) ويمكن إدخال الحاصلات النقدية الأخرى ضمن المحاصيل الزراعية مثل القمح، أو الأشجار المعمرة التى تناسبها هذه الظروف وطبيعة التربة، ويمكن أن تتضمن أيضاً محاصيل الأعلاف والمراعى التجارية، بالإضافة إلى النباتات الطبية والخضروات الشتوية مثل البطاطس وبنجر السكر. (مجلس الوزراء، ١٩٩٧، ص ٦٢).

وللتغلب على بعض المشكلات التى قد تظهر – ولو بدرجة محدودة – بسبب زحف الرمال على الأراضى التى ستزرع يمكن عمل سياج من الأشجار. وقد أشار كرو (Crow, 1979, P. 130) إلى أهمية الأحزمة الواقية أو السياج الشجرى المحيط بالمزرعة والتى تعمل على صيانة التربة وتحسينها أيضاً بما تضيفه من مواد مخصبة للتربة، وزيادة نسبة الأكسجين، ويمكن اعتبارها مصدراً لإنتاج الأخشاب والغذاء أيضاً، وتحسين المنظر البيئى.

ثالثاً : الجيومورفولوجيا وإنشاء الطرق :

يتميز سطح المنطقة بالإستواء بشكل عام خاصة فى مناطق السهول وأشباه السهول مما يساعد على مد شبكة الطرق، ويشير إلى ذلك فرستابين (Verstappen. 1983, PP. 180 - 181) والذى ذكر بأن الطرق فى الأراضى المسطحة والمستوية تعطينا دائماً طرقاً مستقيمة ولكنها تنحرف فى حالة وجود الأودية أو الشقوق أو البحيرات، وبشكل عام فهى طرق قصيرة، كما يؤثر عامل خشونة السطح وكثافة التصريف، حيث يمثلان معيارين للتقييم العام لمشكلات التضاريس فى تخطيط

مواقع الطرق. ولما كان جزء كبير من المنطقة يقع إلى الشرق ويخلو من شبكات التصريف كما فى شكل (٣٤) بينما المناطق الأخرى تتوزع بها شبكات الأودية، وهى قصيرة وضحلة لذا فإن الظروف الطبيعية من حيث شكل السطح تناسب مد الطرق نظراً لاختفاء الأودية ومشكلاتها من ٣٧٪ من مساحة المنطقة كما سبق الذكر بالإضافة إلى أن الأودية فى باقى المنطقة معظمها قليل الخطورة، وكل هذا سيقلل من التأثير السلبى لشبكات التصريف على مد الطرق وتقليل تكاليف عمليات الإنشاء.

جدول (٤٢) : أثر الظاهرات الجيومورفولوجية وخصائصها فى مد الطرق البرية فى شرقى منخفض توشكى.

م	الظاهرة الجيومورفولوجية	مدى الانحدار بالدرجة	متوسط الانحدار بالدرجة	صفة الانحدار	درجة الصلاحية حسب القيمة الحرجة
١	الميسا	٢,٣- ٢٦	١٠,٨	معتدل	غير صالحة
٢	الحافات الجبلية	٥ – ٩	٦	متوسط	غير صالحة
٣	التلال المعزولة	٢,٥- ٥٠,٥	١٦,١	معتدل	غير صالحة
٤	الجزر الجبلية	٩ - ١٠	٩,٩	متوسط	غير صالحة
٥	ظهر الكويستا		٨,٧	متوسط	غير صالحة
٦	البيدمنت	٢,٣ - ٩,٥	٥,٩	متوسط	غير صالحة
٧	البهادا	٠,٤- ٢	١,٣	خفيف جداً	صالحة
٨	الأرصفة الصحراوية	٠,٥- ٤,٥	١,٩	خفيف جداً	صالحة
٩	المراوح الفيضية	٠,٥- ٢	٠,٦٣	شبه مستوى	صالحة
١٠	أشباه السهول	٠,٣- ١,١	٠,٧	شبه مستوى	صالحة
١١	السهول	٠,٥- ٢,١	٠,٥٢	شبه مستوى	صالحة
١٢	البلايا	٠,٤ - ٢,٣	٠,٩	شبه مستوى	صالحة

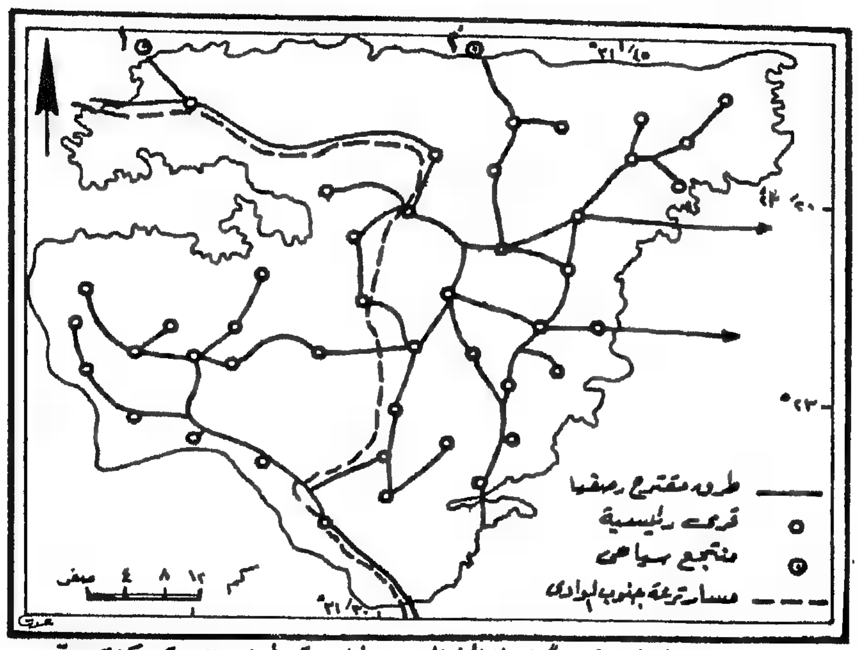
* المصدر : قيم الدرجات من حساب الباحث، ودرجة الصلاحية عن (Cooke & Dornkamp, 1974)

رابعاً : خصائص التربة وإنشاء الطرق :

تقل نسبة المادة العضوية فى التربة نتيجة لقلة النبات الطبيعى بالمنطقة، وحيث أن التربات العضوية لا تناسب عمليات التأسيس وإنشاء الطرق (Verstappen, 1983, P, 198) لذا فإن مادة التربة بمنطقة الدراسة تصلح بدرجة جيدة كمادة إنشاء للطريق، وقد أشار فرستابين (Ibid.) أيضاً بأن التربة الرقيقة السمك والتى تكون مرتكزة على الصخر الأصلى الذى يتميز بالصلابة تعتبر ممتازة فى إنشاء الطرق. ومن خلال مجموعات أنواع التربة وخصائص عمق التربة نجد أن معظم الأنواع صالحة لمد الطرق. فمن بين ٢٦ نوعاً رئيسياً وثانوياً من أنواع التربة بالمنطقة نجد ٢٤ نوعاً (حسب تقسيم معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة) تربتها عميقة وترتكز فوق طبقات صخرية فى حين نجد نوعين فقط تكون التربة فيهما متوسطة العمق ويتراوح بين ٥٠ ـ ١٠٠ سم وهى التربة الرملية الحصوية (المصدر السابق، ص ص ٤٣ ـ ٤٥) ولذا فهى تربات تناسب عمليات الإنشاء وبناء الطرق والتى يمكن أن تربط بين أجزاء المنطقة كما فى شكل (٤٢).

وقياساً على درجات الانحدار الحرجة التى تحدد أقصى درجة انحدار يمكن معها إنشاء الطرق الرئيسية وهى ٢,٣° حسب تقييم كوك ودور نكامب (Cooke & Dornkamp, 1974, P. 361) وجدول (٤٢) وجد أن ست ظاهرات جيومورفولوجية لاتتناسب مع هذه القيمة بينما باقى الظاهرات الأخرى درجات انحدارها أقل من القيمة الحرجة وتتمثل فى سهول البهادا والمراوح الفيضية والسهول وأشباه السهول والبلايا والأرصفة الصحراوية وكلها تشكل ٩١,٦٤٪ من جملة مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى مما يسهل مد الطرق الرئيسية والفرعية بالمنطقة.

ويلاحظ أن حافات الجبال تصبح مناسبة إذا تم تطويرها وتمهيدها بشكل مكثف لأنها عبارة عن صخور حادة الانحدار وتحدث بها دائماً عمليات نحت وتراجع وانهيار للصخور (Ollier, 1978, P. 300).



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الجيومورفولوجية وأنواع التربة والكنتورية

شكل (٤٢) : الظاهرات الجيومورفولوجية وإمكانات التنمية شرقى منخفض توشكى.

وعامة فإنه أثناء عملية إنشاء الطريق يعدل كثيراً من الانحدارات وبالتالى يسهل مد الطرق لخدمة المنطقة. ويمكن الاستفادة من ناتج الحفر لترعة جنوب الوادى فى إنشاء طريق مرصوف موازى لمسار الترعة ويصل بين وادى النيل والوادى الجديد عبر الجزء الشرقى لمنخفض توشكى ويمر إلى الجنوب من بئر دنيجل ويمكن استخدام الطريق لخدمة سياحة السفارى وسياحة الجبال. فهناك سياحة الآثار فى الواحات الخارجة وسياحة آثار أيضاً فى منطقة أبوسمبل وتنتظم الرحلات الآن فيما بينهما عبر درب الأربعين وبالتالى فإن الطريق الجديد يختصر المسافة من جهة وسيوجد منتجعا سياحياً فى الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب فى منطقة دنقل أو دنيجل من جهة أخرى كما فى شكل (٤٢) وذلك على سبيل الاقتراح، وأختيار أحد المواقع المقترحة بحيث يستفيد هذا المنتجع من المياه المارة فى ترعة جنوب الوادى ويؤمن الحافة للتزود بالمياه فى مثل هذه الأسفار الصحراوية الطويلة وبذلك يصبح هناك جذباً سياحياً للمنطقة مع مد شبكات الكهرباء للمنطقة أيضاً.

ومن شكل (٤٢) يتضح لنا أنه يمكن تغطية منطقة الدراسة بشبكة من الطرق
رصوفة والتى يساعد على إنشائها وفرة المواد اللازمة لرصف الطرق من جهة
لاءمة الظروف التضاريسية من جهة أخرى، على أن تتخذ هذه الطرق محاور
عاعية من الجنوب إلى الشمال والشمال الشرقى والشمال الغربى ويربط بينها
ـيق رئيسى يمتد من الغرب إلى الشرق ويمتد حتى يتصل بطريق أبوسمبل ـ
وان، ومن هنا يوجد الاتصال المكانى بين القرى الرئيسية التى سوف يتم إنشاؤها
، جهة وبين المزارع وبعضها من جهة أخرى، كما تعمل شبكة الطرق المقترحة
ه على ربط المنطقة ـ بعد أن تصبح من مناطق الإنتاج الزراعى ـ بوادى النيل
بكة طرق عالية الكفاءة، وفى نفس الوقت أيضاً يمتد الطريق الموازى لمسار
رعة ليصل بين أبوسمبل وبين المنتجع السياحى سواء رقم (١) أو البديل له ممثلاً
، رقم (٢) كما فى شكل (٤٢) وتعمل هذه الطرق على ربط الواحات الخارجة
ـوان مباشرة دون المرور بأبوسمبل إذا لزم ذلك.

مساً : الطبوغرافيا ومسار ترعة جنوب الوادى :

تبلغ المسافة بين محطة رفع المياه للترعة وموقع الأراضى التى ستزرع
نطقة الدراسة ٢٦٠ كم تقريباً، أى على بعد ٢٠ كم تقريباً إلى الشمال والشمال
ـربى من طريق أسوان ـ حلفا، وتستمر القناة بالاتجاه شمالاً بحيث يتوافق مسارها
ع مناسيب الأرض فيما بين ١٨٠ و ٢١٠ متراً، حيث يتوافق مسارها مع مناسيب
أرض فيما بين ١٨٠ و ٢١٠ متراً، حيث يتم إنشاء القناة بين منسوبى ١٩٠ ـ
٢٠ متر لتقليل الحفر والردم (دهب، ١٩٩٧، ص ١٠١).

ويلاحظ أن مسار الترعة يمر بالأراضى الصالحة للزراعة بمنطقة الدراسة،
مر بمناطق مستوية وشبه مستوية مما يقلل من تكاليف الحفر، وهناك لسان جبلى
عر يفصل بين المنطقة فى شمالها الغربى وبين منخفض الخارجة عرضه حوالى
٦ كم ستمر به القناة المائية وبعدها يصبح المجرى فى قاع منخفض الخارجة فى
ـضع يقع إلى الجنوب الشرقى من باريس ـ وذلك فى حالة ما إذا كان التخطيط لها
دف لتوصيل المياه إلى منخفض الخارجة وإلى الجنوب الشرقى من باريس.

ويعتبر مسار الترعة فى اتجاهها الى واحة باريس كما هو موضح فى شكل (٤٢) هو أفضل مسار بالمنظور الجغرافى نظراً لتجنب الكثبان الرملية الواقعة فيما بين منخفض توشكى ومنخفض الخارجة وهو أقصر طولاً وأقل تكلفة وأكثر أماناً من حيث المخاطر البيئية التى تهدد أى مشروع رى سطحى بالمنطقة، ويقع المسار الذى اقترحه الباحث بين خطى كنتور ١٦٠ ـ ١٨٠ متراً ويمكن تحديد هذا المسار فى مستوى أعلى من الأجزاء المحيطة به على طول امتداده بحيث يسهل توزيع المياه فى فروع الترعة شرقاً وغرباً دون اللجوء إلى تأسيس محطات أخرى للمياه عند مداخل الفروع والترع الثانوية.

سادساً : المياه كمحدد لتنمية المنطقة :

تشير الدراسات الهيدرولوجية بأن القناة الناقلة للمياه من محطات الطلمبات شمال خور توشكى حتى باريس بالخارجة تصرفها سيكون ٢٥ مليون م٣ / يومياً فى فصل الصيف، ٨ مليون م٣ / يومياً فى فصل الشتاء (مجلس الوزراء، ١٩٩٧، ص ٦٢) أى أنها ستنقل ٤,٥ مليار م٣. وبهذا تبدو الكمية الكبيرة الموجهة إلى الواحات الخارجة والتى لم يدخل فى الحساب معها الكمية التى سوف تروى منطقة شرق توشكى - وهى المنطقة الواقعة شرقى منخفض توشكى والتى تتمتع بمميزات تضعها فى أولويات العناية بالتنمية المائية والزراعية كما سبق الذكر.

فإذا بدأنا بمتطلبات الرى فى منطقة الدراسة نجد أنه قياساً على ما ذكره دهب (١٩٧٧، ص ١٠٤) من أن المرحلة الأولى للتنمية الزراعية سوف تحتاج إلى ٥ مليارات م٣ من المياه لرى نصف مليون فدان، وأن منطقة شرقى منخفض توشكى تدخل ضمن إطار التنمية الشاملة فى منطقة جنوب الوادى وتبلغ جملة المساحة القابلة للزراعة بها ٠,٨٧ مليون فدان لذا فإن المنطقة ستحتاج طبقاً لذلك ٨,٧ مليار م٣ / السنة لعملية الرى.

ويشير دهب (١٩٧٧) إلى أن تدبير المياه يمكن أن يتم عن طريق توفير فائض مياه الصرف بمقدار ٢,٥ مليار م٣، ويتم توفير أيضاً ٢,٤ مليار م٣ من ترشيد الزراعات بوادى النيل وإدخال الطرق الحديثة للرى بالرش والتنقيط بها، ومعنى هذا أن جملة حجم المياه التى سيتم تدبيرها تبلغ ٤,٩ مليار م٣ والتى تكفى لرى نصف مليون فدان فى الحالة الأولى بالمنطقة بعد عمل اللازم من ترشيد وتوفير.

وقياساً على المقنن المائى للأراضى فى الوادى الجديد حيث وجد أن متوسط إحتياج الفدان هناك من المياه قد بلغ ٢٥ م٣ / يومياً (التركمانى، ١٩٨١، ص ص ١٩٩ ـ ٢٠١) أى ٩١٢٥ م٣ / السنة ـ وأن كمية المياه التى سيتم تدبيرها لرى الأراضى عن طريق ترعة جنوب الوادى تبلغ ٤,٩ مليار م٣، لذا فإن المياه تكفى لرى حوالى ٠,٥٤ مليون فدان فقط بناءً على هذه القيمة وإن كانت ستقل المساحة المروية عن ذلك نظراً لزيادة الفاقد بسبب ارتفاع الحرارة خاصة فى فصل الصيف، أى أنها ستعمل على التوسع الزراعى شرقى منخفض توشكى.

وفى حالة تطبيق طرق الرى بالرش العادى فإنه ستبلغ تكلفة الرى ٣,٣ مرة قدر الرى بالغمر، وتزيد فى حالة الرى بالرش الأوتوماتيكى إلى ٩,٧ مرة قدر تكاليف الرى بالغمر، وترتفع التكاليف بدرجة أكبر وبشكل واضح فى حالة الرى بالتنقيط لتصل إلى ١٣,٤ مرة قدر تكاليف الرى بالغمر (المرجع السابق، ص ٢٩٤) هذا من جانب التكلفة الاقتصادية النسبية والتى تتغير قيمتها بتغير الأسعار بمرور الزمن.

وإذا تم تطبيق الطرق الحديثة فى عمليات الرى فإن احتياج الفدان من المياه فى حالة الرى بالرش ستصل إلى ١٠٠٠٠ م٣ / السنة [1] قياساً على المناطق الشبيهة فى شرق العوينات وهى كمية تبدو كبيرة عن السابقة حيث تزداد عمليات التبخر، وإن كانت هذه الطريقة تقلل من الفاقد ما بين مصدر المياه (الترع والمساقى) وبين ما يصل للنبات المزروع بالفعل. ومن خلال هذا المقنن المائى يمكن زراعة ٠,٤٩ مليون فدان. كما أن احتياج الفدان من المياه إذا طبق نظام الرى بالتنقيط يصل ٥٠٠٠ م٣ / السنة ولهذا يمكن رى مساحة من الأرض تبلغ ضعف هذه المساحة حيث تكفى المياه ــ وبإذن الله ــ لرى كل المساحات الزراعية بمنطقة الدراسة، وتتبقى كميات أخرى من المياه تمكن من زراعة مساحات أخرى سواء جنوب باريس بالواحات الخارجة، أو فى المنطقة المحيطة بطريق أسوان ـ أبو سمبل.

---

(١) احتياج الفدان من المياه بالرش وبالتنقيط هى بيانات مأخوذة بالاتصال الشخصى بالهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية، القاهرة، ١٩٩٨.

هذا ويمكن إقامة مشروعات للثروة الحيوانية إلى جانب النشاط الزراعي بهدف تنوع النشاط وزيادة فى رصيد إنتاج اللحوم والبروتينات فى مصر، كما ينصح بأن تتم عمليات الرى دائماً فى المساء لتجنب عمليات التبخر التى تزيد الفاقد من مياه الرى دائماً.

سابعاً : الجيومورفولوجيا والتنمية العمرانية :

لما كانت منطقة الدراسة تخضع الآن للتخطيط من أجل الاستثمار الزراعى والعمرانى فانه يمكن وضع تقسيم للمنطقة إلى وحدات مساحية متساوية للأراض التى سيتم استثمارها، وهناك طريقتان: الأولى إذا كان الهدف من التنمية هو تنمية القطاع الزراعى وحل مشكلات البطالة وخلق فرص جديدة للعمل وايجاد مجتمعات مصرية وسط الصحراء وإعادة توزيع السكان، فانه فى هذه الحالة يمكن تقسيم المنطقة الى وحدات مساحية شبه متساوية،على أن تبلغ مساحة الوحدة ٥٠٠٠ فدان فى ظل الاستثمار الموسع، ولما كانت الساحة القابلة للزراعة ٠,٨٧٩ مليون فدان فإنه بذلك يمكن إنشاء ١٧٥ قرية بالمنطقة، على أن تكون الصورة التوزيعية لهذه القرى من النمط المنتظم وإذا كان متوسط حيازة الفرد ٥٠ فداناً فإن القرية الواحدة تستطيع أن تستوعب ١٠٠ حيازة أو مستثمر ـ بمعنى آخر ١٠٠ أسرة، أى أن المنطقة يمكنها استيعاب ١٧٥٠٠ مستثمر وأسرهم للاستقرار والقيام بالنشاط الزراعى.

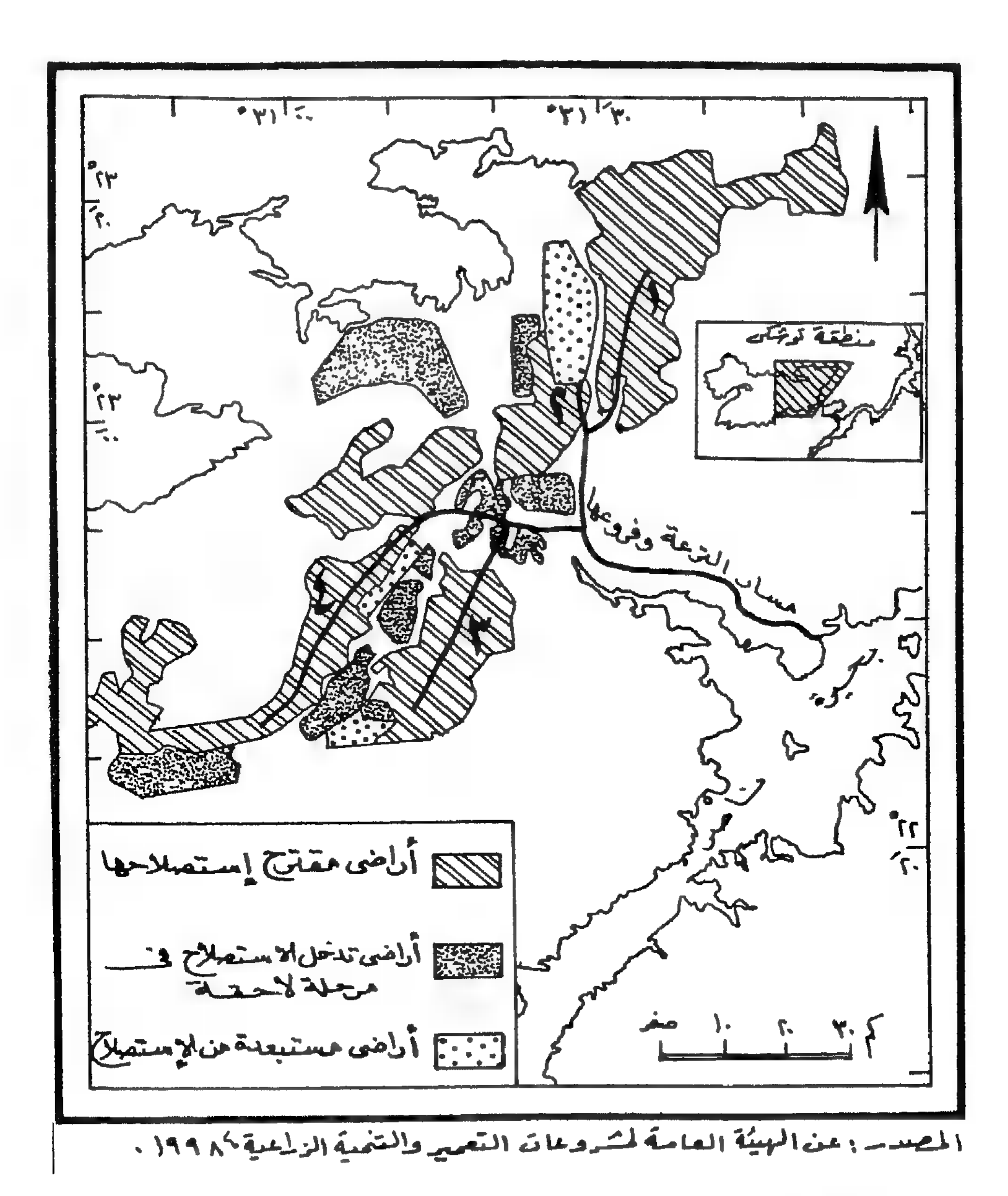
أما الطريقة الثانية والتى أشار إليها مجلس الوزراء (١٩٩٧، ص ٦٣) وذكر بأن التصرف فى أراضى هذا المشروع بهدف الاستصلاح والاستزراع يجب أن يتم فى مساحات مجمعة لاتقل عن ٢٠ ألف فدان للمشروع الواحد وعدم اللجوء لتقسيم المشروع إلى حيازات صغيرة فإنه بذلك يمكن إيجاد ٤٤ قرية من القرى النموذجية الجديدة حسب المساحات المجمعة السابقة التى يمكنها أن تستوعب كافة العاملين بالمساحة الواحدة كما فى شكل (٤٣) وفى حالة قيام بعض المستثمرين وعددهم يتراوح من ١ ـ ٣ جهات أو مستثمر بتملك مساحة يبلغ مجموعها نصف مليون فدان

بمنطقة الدراسة حسبما تشير بعض المصادر فإنه يتبقى بذلك ٠,٣٧٩ مليون فدان، والتي يمكنها أن توجد ١٩ قرية من القرى ذات الزمام البالغ ٢٠٠٠٠ فدان لكل منها حسب حجم المشروع الواحد والقائمين عليه كما سبق الذكر، بالإضافة إلى منتجع سياحي لخدمة الجوانب الاجتماعية والترفيهية والسياحية بالمنطقة، كما في شكل (٤٣).

أما البديل الثالث فيعتمد على مساحة زمام القرية السابق ذكره وهو ٢٠٠٠٠ فدان واعتماداً على أحدث خريطة تم تحديد مسار الترعة الرئيسية وفروعها بها وعلى المساحات الزراعية التي سيتم استصلاحها في منطقة توشكي فعلياً اعتماداً على الترعة وفروعها حيث قدر أن هذه المساحة ستبلغ ٥٤٠٠٠٠ فدان كما في جدول (٤٣) فأن عدد المستثمرين سوف يصل عددهم ٢٧ مستثمراً بناءً على الاستثمار الواسع السابق ذكره في الطريقة الثانية وبالتالي يمكن اقامة ٢٧ مجتمعاً زراعياً يعتمد في نظم ريه على الأنظمة المتطورة، ويصبح لدينا مثل هذا العدد من القرى الحديثة المتطورة وسيخدم هذه المجتمعات العمرانية شبكة من الطرق تنشأ تباعاً، كما في شكلي (٤٢ ، ٤٣).

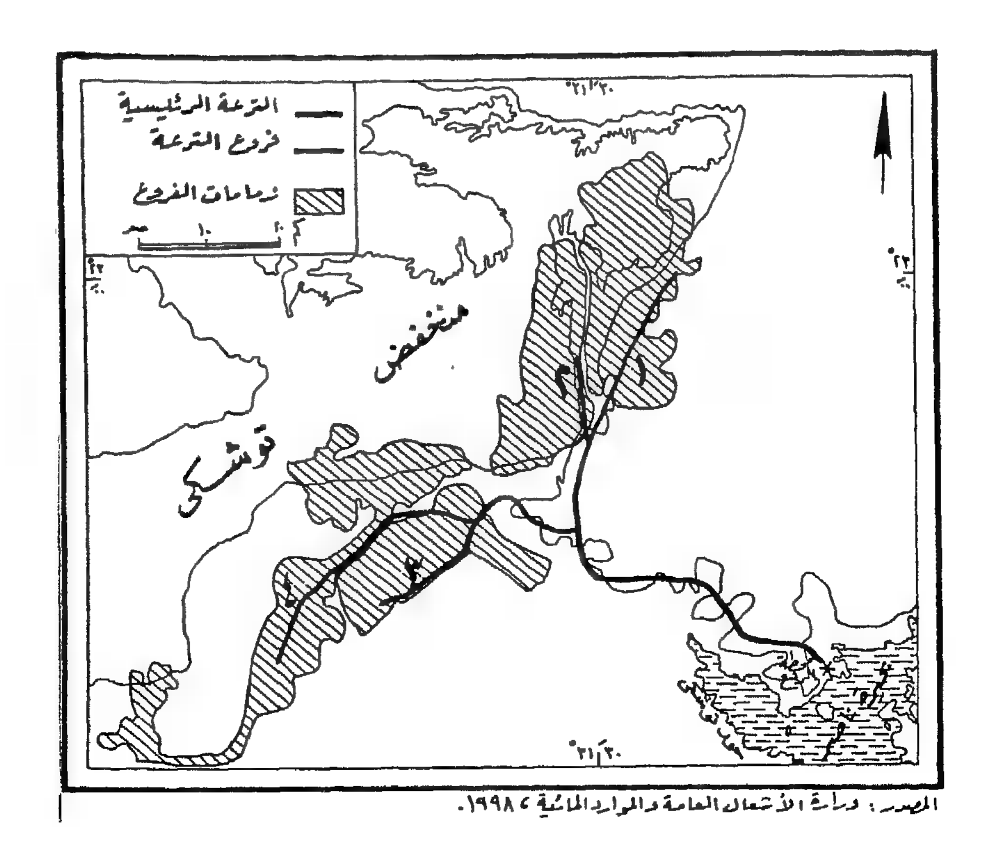
جدول (٤٣) : المساحات المخطط زراعتها على ترعة جنوب الوادي وعدد المجتمعات الزراعية الواسعة حولها.

مسار الترعة	المساحة المخطط زراعتها بالفدان	عدد المستثمرين بنظام الاستثمار الموسع	المساحة المخطط زراعتها بالفدان	عدد المستثمرين بنظام الاستثمار الموسع
الفرع (١)	٨٠٠٠٠	٤	١٢٠٠٠٠	٦
الفرع (٢)	١٨٠٠٠٠	٩	١٢٠٠٠٠	٦
الفرع (٣)	١٠٠٠٠٠	٥	١٠٠٠٠٠	٥
الفرع (٤)	١٨٠٠٠٠	٩	٢٠٠٠٠٠	١٠
المجموع	٥٤٠٠٠٠	٢٧	٥٤٠٠٠٠	٢٧
المصدر	من شكل (٤٣) عن وزارة الزراعة	من حساب الباحث	من شكل (٤٤) عن وزارة الأشغال العامة	من حساب الباحث



المصدر : عن الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية ١٩٩٨م .

شكل (٤٣) : الأراضي المتوقع أستصلاحها شرقي منخفض توشكى.



المصدر: وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، ١٩٩٨.

شكل (٤٤) : التخطيط المبدئى لترعة جنوب الوادى وزمامات الفروع.

وتعتبر الظاهرات الجيومورفولوجية عاملاً محدداً فى التنمية العمرانية بمنطقة الدراسة حيث أن معظم الظاهرات تقل درجات انحدارها عن القيم الحرجة للانحدارات اللازمة لكافة جوانب التنمية البشرية. وحسب تصنيف كوك ودورنكامب (Cooke & Dornkamp, 1974, P. 361) فإن القيمة الحرجة لتنمية المكان أو الموضع ٨,٥° ولايزيد عن هذه القيم سوى ظاهرات الميسا والتلال المعزولة والكتل الجبلية المنفردة وظهر الكويستاء، كما أن التنمية العمرانية تبلغ القيمة الحرجة لها عند الانحدار ١١,٣° ونجد انه لا يزيد الانحدار للظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة عن هذه القيمة سوى الميسا والتلال المعزولة وباستثناء مثل هاتين الظاهرتين حيث تبلغ مساحتهما ١٨,٢٩ كم٢ أى بنسبة ٠,٤٦٪ فقط فإن ٩٩٪ تقريباً من مساحة المنطقة تصلح للتنمية العمرانية.

وباستثناء الحافات الجبلية والكويستات والبيدمنت والجبال المنعزلة فإن المساحة الإجمالية غير الصالحة للعمران ستبلغ ٨,٣٦٪ فقط من جملة المساحة بحيث تصبح المساحة الصالحة للتنمية العمرانية ٩١,٦٪ من جملة المنطقة، خاصة وأن العمران هو ريفي بالدرجة الأولى ويرتبط بالأرض المزروعة بشكل مباشر.

وتوفر الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كل ما تحتاجه عمليات التنمية العمرانية، فالحصى يمكن الحصول عليه من مناطق الأرصفة الصحراوية، وباستخدام كسارات والحصول عليه من الأحجار بعد تكسيرها، أو من المراوح الفيضية ومن التلال والكويستات والحافات الصخرية وكلها تمثل ٨,٣٦٪ من مساحة المنطقة يمكن الحصول منها على الأحجار. ويمكن الحصول على الرمال من الكثبان الرملية الطولية حيث أن الكمية والنوعية تسمح باستخدامها فى العمران فالكمية تكفى لإقامة العدد المقرر من مراكز العمران والتى تتناسب فى حجمها مع حجم مساحة الوحدة الزراعية، كما أن حجم الرمال فى هذه الكثبان الرملية الطولية وهى رمال مفككة - من نوع الرمل الناعم والرمل المتوسط وهى موزعة بالمنطقة، كما تمثل أجزاء فرشات الرمال حول منطقة جبل برق السحاب وجبل أم شاغر مخزوناً للرمال اللازمة لمواد البناء مما يغطى الاحتياج المحلى لمثل هذه المواد.

أما مادة الطين والتى يحتمل الاحتياج إليها فى عملية إنشاء القرى فيمكن الحصول عليها من طين إسنا فى الحافة الوسطى بالمنطقة، بالإضافة إلى الحجر الطينى الموجود بمنطقة البلايا الشمالية (رقم ١) والواقعة أسفل حافة سن الكداب وإلى الجنوب من بئر دنيجل مباشرة، بالإضافة إلى إمكانية الحصول عليه من قاع بحيرة ناصر ومن قاع وادى كلابشة الواقع شرق وشمال شرق المنطقة مباشرة.

ويشير تاندى (Tandy, 1979, P. 238) إلى أن عمليات استخراج الخام يتعرض لفاقد أثناء عملية استخراجه وحسب طريقة الاستخراج، وأشار إلى أن الرمل والحصى يفقد منه ٢٠٪ بينما الناتج الذى يتم الحصول عليه والاستفادة منه يبلغ ٨٠٪ أثناء عمليات التحجير، وأن الطين يفقد أيضاً نسبة منه، بينما الأحجار غالباً ما تستخدم كلها، ورغم وجود فاقد متوقع أثناء عمليات التحجير إلا أن الكمية المتاحة بالمنطقة بها فائض يغطى إنشاء القرى اللازمة لتعمير المنطقة. هذا ويجب مراعاة اختيار مواضع العمران بعيداً عن مخارج الأودية، ويتوخى المواضع المرتفعة نسبياً.

* * *

النـــتـائـــج

تقع منطقة الدراسة في الركن الجنوبي الشرقي لصحراء مصر الغربية، وقد أوضحت الدراسة أنه يمكن الفصل بين منطقة توشكى، ومنخفض ووادى توشكى وأن منطقة توشكى تتضمن الأخيرين بينما الأخيرين ينفصلان عن بعضهما، وأن مظاهر البنية الإقليمية فى المنطقة هى الصدوع والطيات وقد تعرضت المنطقة لحركة رفع أدت إلى ارتفاع التضاريس على جانبيها الشرقى والغربى وبينهما وجدت منطقة مقعرة، بالإضافة إلى وجود الصدوع بكثرة مما أثر على الملامح المورفولوجية بها.

وتتعرض المنطقة لعمليات التجوية ويشترك كل من عاملى الرياح والمياه فى تشكيل سطح المنطقة وإن كانت السيادة الأن لعامل الرياح بسبب سيادة الجفاف فى المنطقة الأن، ونتج عن عملية الإرساب بفعل الرياح تكون الكثبان والفرشات الرملية بينما تقف الأودية الجافة التى تتركز فى شرق منطقة الدراسة وشمالها الشرقى كدلالة على شدة تأثير عمليات النحت الفيضى فى الماضى فى العصر المطير، وتكونت بذلك الأودية ومنها وادى توشكى.

وقد تميزت منطقة الدراسة بوجود ظاهرات جيومورفولوجية عديدة مثل القباب الصغيرة ذات الهيئة المستطيلة والحافات الجبلية سواء حافة سن الكداب أو الحافات المتخلفة عن عمليات النحت الصحراوى أو التى نشأت عن حركات التصدع بشكل أساسى. والأودية الجافة متعددة الأنظمة، فمنها نظم الصرف النيلى وأخرى ذات الصرف الحوضى أو الداخلى، والأولى أكبر طولاً ورتبة من الثانية مما زاد من معدلات تغير طول الشبكة داخل الحوض فى الأودية ذات الصرف النيلى إذا قورنت بباقى أودية المنطقة أو الأودية شرق بحيرة ناصر، كما توجد ظاهرة الأحواض الصحراوية المعروفة بأحواض البولسون ذات الشكل الطولى وشبه الدائرى، وعلى العكس منها فأن الجزر الجبلية أكثر انتشاراً من هذه الاحواض الصحراوية وارتفاعاتها قد تزيد إلى ١٥٠ متراً عن الوسط المحيط وتعكس بأن المنطقة تمر الأن أو اقتربت من مرحلة شبه السهل، والذى ترصعه الجزر الجبلية والتلال المخروطية، ولذلك فأن غالبية السطح سهول وأشباه السهول.

وقد وجد أن أشكال الإرساب ممثلة فى الكثبان وفرشات الرمال لها انتشار بدرجة أكثر من أشكال الإرساب الفيضى سواء البلايا أو المراوح الفيضية، وتتعرض بعض مواضع البلايا إما للنحت والتخفيض أو للردم بالرمال، وتسود هذه العمليات فى الجزء الأوسط والغربى لمنطقة الدراسة.

وقد أظهرت الدراسة أيضاً أن منخفض توشكى نشأ نشأة تكتونية أولاً ثم واصلت عوامل النحت والتخفيض عملها فى هذه الملامح البنائية ويرجع تاريخه إلى العصر الميوسينى، ويتميز بكبر مساحته حيث يحتل الرتبة الثانية بعد منخفض القطارة، وبسبب الجفاف ووقوف حافة سن الكداب بمحور شرقى غربى كحاجز يضعف الرياح وفعاليتها فى النحت فأن ذلك جعل أدنى منسوب به يحتل المرتبة السابعة، ويتميز قاعه بتنوع الظاهرات الجيومورفولوجية وأكثرها انتشاراً هى الكثبان الرملية والحافات الصخرية وأشباه السهول وقليل من البلايا، وتتميز الأودية الجافة بقلة رتبتها نسبياً وقلة طول وكثافة شبكة التصريف وتكرار الأودية وخفة الإنحدار.

ومن خلال الدراسة الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى تبين أنه نشأ بعد تكون نهر النيل فى جنوب مصر فى أواخر البلايوسين وأوائل البلايستوسين بحيث اكتملت شبكة تصريفه فى العصر المطير فى الزمن الرابع. ونتيجة لشدة النحت والتخفيض انخفض سطح الحوض وأصبح فى هيئة شبه السهل ترصعه التلال الكثيفة وتغطيه فرشات رمال واسعة الإمتداد وقليل من الكثبان الرملية، وأصبحت الأودية متسعة، وهو من أطول شبكات التصريف غرب النيل بإستثناء وادى كلابشة وقد وصل إلى الرتبة السادسة وأصبحت روافده كثيرة بحيث وصل معدل تغير اعداد الأودية مع الرتبة أعلى المعدلات فى المنطقة سواء شرق النيل أو غربه. ونتيجة للنحت والتخفيض أصبحت القطاعات الطولية للأودية تأخذ هيئة مقعرة بشكل واضح ويزداد التقعر بزيادة رتبة الوادى.

ونتيجة للمرحلة الجيومورفولوجية التطورية لوادى توشكى فانه قد اصبح من السهل حفر قناة مفيض توشكى فيما بين بحيرة ناصر وبين منخفض توشكى والتى لعبت دوراً فى حماية جسم السد العالى من مخاطر الفيضان الزائد مثلما الحال فى عامى ١٩٩٦ و١٩٩٨.

وبعمل التحليل الجيومورفولوجى للظاهرات فى شرقى منخفض توشكى وجد أن الحافات الجبلية إرتفاعاتها قليلة ولاتزيد عن ٣٢ متراً وانحداراتها متوسطة، والأشكال القبابية قليلة نسبياً، وتظهر البيدومنت بوضوح خاصة فى الشمال والشمال الغربى وانحداراتها خفيفة إلى متوسطة وساعد ذلك على تكوين سهول البهادا أدنى منها، بينما توجد الكويستات التى تتعرض لعمليات تجوية، وانحدار الوجه شديد نسبياً بينما انحدار الظهر متوسطاً، وقد أثر فى نشأتها كل من العامل الجيولوجى والمناخى.

الأودية الصحراوية شرقى منخفض توشكى نجدها قليلة الرتبة والطول والانحدار وان كان الحوض كبير المساحة نسبياً. هذا ويلاحظ وجود سهول النحت وسط المنطقة، ونسيج رواسبها ما بين الرمل الخشن والمتوسط، وقد تأثرت فى نشأتها بالعامل الجيولوجى والعامل المناخى أيضاً، وقد تكون السهول مغطاة بالأرصفة الصحراوية المرصعة بالحصى المتوسط أو الخشن وكثافة الحصى منخفضة نسبياً مما يعكس نضج الأرصفة والتى تتأثر بعمليات جيومورفولوجية عديدة مثل التذرية والبرى والغسل والتجوية الكيميائية.

ونتيجة تراجع الحافات وجدت ظاهرة الميسا وهى متفاوتة الانحدار، كما تنتشر التلال المعزولة والتى تمثل البقية الباقية من مرحلة التطور الجيومورفولوجى للمنطقة والوصول إلى مرحلة شبه السهل، ولذلك نجد ايضاً أعداد قليلة من ظاهرة الياردانج والقصيرة فى أبعادها أيضاً وتشبه فى ذلك الكويستات والتلال المعزولة. كما تظهر حقول من عش الغراب ومعظم أبعادها قليلة وقد أثر فيها عملية التجوية وعملية النحت بفعل الرياح والعامل الطبوغرافى أيضاً، ومعظمها وصل إلى مرحلة النضوج.

أما الأشكال الناتجة عن الإرساب فى شرقى منخفض توشكى فمنها المراوح الفيضية الكبيرة فى مساحاتها نسبياً وتتميز بخفة الانحدار ويرتبط بنهايات بعضها قليل من البلايا المتفاوتة فى مساحاتها أيضاً ويصل متوسط المساحة ٤ كيلومترات

ورواسبها طميية وطميية رملية وقد أثر فى نشأة هذه البلايا كل من العامل الجيولوجي والطبوغرافي والمناخي والهيدرولوجي.

ونظراً للميزات الجغرافية التى تتميز بها المنطقة من حيث القرب المكانى وسهولة السطح وصلاحية التربة للزراعة وقرب المورد المائى نسبياً فأنه قد وجد أن المساحة القابلة للزراعة بالمنطقة ٠,٨٧ مليون فدان وأن الظاهرات الجيومورفولوجية تسهل عملية إنشاء الطرق ومراكز العمرانية وحفر الترع، ويمكن زراعة ٥٤٠٠٠٠ فدان كمرحلة أولى لتعمير المنطقة مع تدبير كميات المياه لها وفق استراتيجية تنموية تخطو الدولة نحوها الأن، ويمكن معها إقامة عدد من القرى مابين ٢٠ – ٤٤ قرية حسب البديل الأول والبديل الثانى وفقاً لنظم الاستثمار الموجه للمنطقة بينما البديل الثالث سوف يعمل على ظهور ٢٧ مجتمعاً زراعياً متطوراً فقط بما يحقق التنمية الشاملة لتنمية جنوب مصر.

وبالرغم من صغر مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى والتى لاتزيد عن ٠,٨٥٪ من مساحة الصحراء الغربية إلا أنها منطقة واعدة لما تضمه من أراضى واسعة صالحة للاستزراع.

ملحق (١) : القياسات المورفومترية لاحواض التصريف شرق منطقة توشكى.

م	اسم الوادى	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادى الرئيسى كم	ارتفاع المجرى الرئيسى	ارتفاع الحوض
١		٥,٦	٣,٨	١٧	١٤	١٦,٤	٢٠	٥	٦,٥	١٦	١٧
٢		٥,٨	٤,٢	١٦	٩,٢٥	١٧	٢	٢	٦,٢٥	٣٨	٢٩
٣	توشكى	٤٠	٢٣,٦	١٣,٥	٩٢٨,٩	٦٨٣,٤	٦	٤,٩٤	٣٥,٥	٨٠	١٣٦
٤		١٢,٨	٦,٥	٣٨,٥	٥٦	٣٨,١٢	٤	٣,٤	١٦,٥	١١٥	١٠١
٥		٤,٣	٢,٨	٢١	٢٥,٥	٩,٥٢	٣	٤,٣٥	٨	٨٠	٥٥
٦		٨,٧	٢,٣	٢٠,٥	٢٩,٥	٢٤,٦	٣	٤,١٩	٩,٢٥	٦٠	٥٥
٧		٩,٥	٣,٨	٢٥	٥٠	٢٠,٦٤	٤	٣,٢٣	١١	١٠٠	٨٠
٨		٤,٤	١,٨	١١,٥	٨,٥	٥,٧٥	٢	٤	٤,٢٥	٦٠	٦٠
٩		٤,٥	٣	١٣	١٤	٥,٢	٣	٣,٦	٤,٢٥	٤٥	٦٥
١٠		٣,٣	٢,١	١٠,٩	١٢,٥	٤,٢	٣	٤,٨٤	٤	٦٠	٦٢
١١		٩,٧	٣,٤	٢٧,٥	٧٠	٢٣,٦٨	٤	٣,٧٨	١١,٥	٦٠	٤٥
١٢	عبية	١٢,٧	١٣,٢	٥١,٥	٣٠٠	١٢٧,٩٢	٥	٤,٢٩	١٣,٥	٥٠	٨١
١٣		٤,٤	١,٥	١٠	١٥	٥,١٢	٣	٤,٦٤	٤,٥	٧٥	٩٤
١٤		٦,٣	٢,٦	١٠,٥	٢٢	٧,٨٨	٣	٤,٣٥	٦,٢٥	٦٠	١٢٤
١٥		٧,٧	٥,٣	٢٢	٣٢,٥	٣٩,٩٢	٣	٤,٩٥	٧,٢٥	٨٢	١٠٢
١٦		٩,٢	٦,٤	٢٩	٤٥,٥	٩	٤	٣,٤٨	١٠,٨	٧٠	٩٢
١٧		٢٢,٣	١٠	٦١	١١١	١١١,٢٤	٥	٣,٤٨	١٨,٧٥	٧٠	١٨٠
١٨		١٣,٧	٦,٢	٣٧,٧	١١٢	٥٥,٦٤	[illegible]	٣,٩٤	١٤,٧	٨٠	١٤٥
١٩	الكوبر	٢٥,٣	٣٠,٥	١٢٠,٥	٨١٠	٧١٣,١٢	[illegible]	٣,٥٦	٣٣,٥	٧٠	١٩٤
٢٠		٤,٧	٢,٥	١٢,٥	١٧	٧,٦	٣	٤,٨٤	٤,٢٥	٦٨	٩٩
٢١		٨,٤	٣,٦	٢١	٣١	١٣,٢	٣	٣,٦٧	٧,٥	٥٨	١١٤
٢٢		١٨,٥	١٣,٨	٦٢	١٣٠	١١٨,٨٤	٥	٣,١٣	٢٥	٦٨	١٦٤
٢٣	نجع الجزيرة	١٠,٥	٧,١	٣٥,٥	٤٧,٥	٤٧,٩٥	[illegible]	٣,٤	٩,٢٥	١٣٦	٢١١
٢٤		٧,٨	٣,٨	٢٢	٣٧	١٨,٥٢	٣	٤,٧٦	٧	١٠٣	١٩١
٢٥		٩,٧	٣,٨	٢٧,٥	٥٣	٢٦,٣٢	٣	٤,٩١	٨,٥	٩٠	١٦٧
٢٦	العرب	١٩,٣	٦,٨	٦٠	١٢٣	٨٩,١	[illegible]	٣,٥	٢٠,٥	١١٦	١٤٦
٢٧		٢١,٤	٩,٨	٦٧	٢٣٠	١٤٥,٧	٥	٣,٩٨	٢٣,٥	١٣٢	١٧٣
٢٨		١٠,٥	٥,١	٢٣	٦٩	٤١,٨٥	٤	٤,٠١	١٠,٥	١٠٢	١٤٢
٢٩		١٦,٧	٦,٨	٥٢,٥	١٢٢,٥	٦٩,٤٤	[illegible]	٣,٦٥	١٩	١٥٥	١٩٧
٣٠		٨,٦	٥,٤	٢٨	٥٦	٣٥,١٢	٣	٢٠,٢	٦,٣	٦٠	١٤١
٣١	أم سنبل	٣٣	٢٤,٥	١١٠,٥	٥٩٨	٤٢١,٢	٦	٣,٩٧	٣٩	١٥٨	٢١٩
٣٢		٥,٥	٣,٧	١٦,٧	٢٢,٥	١٣,٨٨	٣	٤,٩٢	٤,٥	٥٠	٩٥
٣٣		٢٧,٥	١٨,٤	٨٦,٥	٥٤٦,٥	٢٥٥,١	٥	٤,٢٩	٣٤,٥	١١٤	١٦٧
٣٤		٤,٦	٢,٦	١٣	١٨,٥	٧,٨	٤	٤,٥	٣,٨	٣٧	٥٩
٣٥		٥	٢,٣	١٢,٣	٢٤	١٠,٥٢	٣	٤,٣٣	٣	٢٠	٤٣
٣٦		٧,٨	٤,٤	٤٨,٥	١٦٠,٥	٧٤,٥	٥	٤,٦٦	١٥,٥	٩٨	١٣٢
٣٧	الدكة	١٣,١	٦,٦	٣٦,٧	١٢١	٦٨,٥٢	٤	٦,٩٨	١٢,٢	١٠٣	١٢٥

ملحق (٢) : القياسات المورفومترية لاودية منخفض توشكى ونظم التصريف الداخلى شرق منطقة توشكى.

(أ) منخفض توشكى

م	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادى الرئيسى كم	ارتفاع المجرى الرئيسى بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١	٨,٤	٧,٤	٢٥	١٥	٤٨,٥٢	٢	٤	٥,٥	١٣,٥	٢١,٥
٢	١٠,٤	٨	٣٨	٥١	٧٥,٧	٤	٢,٨	٩,٣	٢٨	١٠٤
٣	٩,٢	٨,٤	٣٥	٤٢	٧٣	٣	٣,٢	٨	٤٣	١٨٦
٤	١٢	٩	٣٤,٥	٤٦	٧٥,٥٢	٤	٣,٣٨	١١,٨	٥٧,٥	٦٣,٥
٥	١٨,٤	٧	٣٤,٣	٤٢	٦٥,٦٤	٣	٤,٩	١٠,٩	٥٨,٥	٨٥,٥
٦	٧,٦	٢,٢	١٨	١٢	١١,٥٢	٣	٢,٧٣	٤,٨	٢٣	٤٦
٧	٨	٤,٦	٢١	١٧	٢٢,٨	٢	٧	٥,٢	١٥,٥	٣٩,٥
٨	١١	٥,٨	٢٩	٢٦	٤٧,٦٤	٣	٣,٥٤	٩,٧	٥١	١٦٠
٩	١٤,٤	١٢	٤٩	٥٣	١٤٤,٣٦	٤	٣,٣٣	١٥	٤٠,٥	٦٦,٥

(ب) نظم التصريف الداخلى شرق منطقة توشكى

م	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادى الرئيسى كم	ارتفاع المجرى الرئيسى بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١	١٠,٦	٤	٢٦,٥	٣٠	٢٢	٣	٣,٨٨	٩	٢٥,٥	٥٧,٥
٢	٤,٤	٢,٣	٩,٧	٨	٧,٥٦	٢	٤	٣٥	١٣	٤١
٣	١٤,٨	٧,٧	٤٤	١٦٠,٥	٨٩,٢	٥	٥,٥٧	١٤,٦٣	٥٥	١٣٦
٤	٣,٨	١,٧	١٩	٦,٧	٤,٩	٣	٢,٢٥	٢,٧٥	٢,٥	١٥,٥
٥	٥	١,٨	٩,٣	٨,٧٥	٥,١	٣	٤,٤	٣,٢٥	٢٨	٣٠
٦	٥,٦	٢,٢	١٣	١٨,٥	٧,٧	٣	٥,١٧	٤,٧٥	٢٢	٤٠
٧	١٣,٢	٧,٦	٣٧	٩٨	٦٥,٧	٤	٣,٦	١٠,٨٧	٣٠,٥	٩٧
٨	١٠,٦	٧,٤	٢٨,٥	٢٥,٥	٣٩,٩	٣	٣,٦	٨,٦٣	٣٩,٥	٨٠

ملحق (٣) : القياسات المورفومترية لاودية منطقة شرق بحيرة ناصر.

م	اسم الوادى	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادى الرئيسى كم	ارتفاع المجرى الرئيسى بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١		٣,٢٠	٢,٨٠	١١,٠٠	٣١,٠٠	٦,٤٨	٣	٣,٩٦	٢,٠٠	١٣,٠٠	١١٨,٠
٢		١٤,٢٠	٧,٧٠	٣٦,٥٠	٢١٧,٠	٦٦,٥٠	٥	٤,٧٢	١٣,٠٠	١١٠,٠	١٥٩,٠
٣	أنابا	٢٠,٠٠	٨,٧٠	٧٠,٠٠	٣١٤,٠	١٠٣,١٢	٥	٤,٣٦	١٩,٠٠	١١٦,٠	١٨٨,٠
٤		٨,٣٠	٥,٥٠	٢٩,٠٠	٨٩,٥٠	٢٧,٣٢	٤	٣,٩٢	٨,٧٠	٤٠,٠٠	١٦٨,٠
٥	ابو حنصل	١٢,٠٠	٧,٤٠	٣٩,٠٠	١٥٢,٥	٥٥,١٠	٥	٤,٥٢	١١,٠٠	٦٠,٠٠	٢٠١,٠
٦		١٢,٠٠	٩,٠٠	٤٤,٥٠	٢٠١,٠	٧٢,٨٠	٥	٤,٣٤	٩,٥٠	١٠٠,٠	١٧٩,٠
٧	ام ضبعة	٢٤,٦	١٢,٤٠	٧٢,٠٠	٩,٥٠	٢٣٢,٢	٥	٣,٢٣	٢٣,٠٠	٢٥٥,٠	٣٨٥,٠
٨	كرسكو	٣٠,٠٠	١٧,٥٠	١٩٦,٠	٢٣٩,٠	١٦٠١,١	٦	٤,٥٤	٥٨,٥٠	٢٣٠,٠	٤٩٥,٠
٩	الدحلانية	٨,٥٠	٤,٥٠	٢٧,٣٠	٦٢,٥٠	٢٦,٤٠	٥	٤,١٩	٥,٢٥	١٠٥,٠	١١١,٠
١٠	شاترمة	٢٣,٠٠	٢١,٠٠	٧٧,٠٠	٥٩٧,٠	٦٥٨,٦	٦	٤,٥٣	٢٥,٠٠	١٤٠,٠	٣٥٩,٠
١١		٢١,٦٠	٧,٦٠	٥٦,٠٠	٣١٣,٠	١١٨,٨	٥	٤,١١	٢١,٠٠	١٨٠,٠	٢٥١,٠
١٢	السوع	٤٦,٠٠	٢٠,٤٠	١٠٤,٠	٩٧٠,٠	٦٥٦,٢	٦	٤,٩٢	٥٢,٠٠	٢١٠,٠	٣٦٥,٠
١٣		١٤,٠٠	٧,٦٠	٣٤,٠٠	١٠٨,٠	٦٨,٤٤	٥	٢,٦٥	١٣,٥٠	١٠١,٠	١١٧,٠
١٤	ابوسكو	٢٤,٦٠	١٣,٦٠	٧٩,٠٠	٣٢٨,٠	٢٨٠,٧	٥	٣,٧١	٢٥,٠٠	١٩٢,٠	٢٣١,٠
١٥	نجديب	٢٨,٨٠	١٥,٦٠	٨٣,٠٠	٤٧٥,٠	٣٠٨,٧	٥	٤,٩٣	٣١,٠٠	٢٣٧,٠	٣١٨,٠
١٦	مارية	٣٢,٤٠	١٩,٠٠	١١٦,٠	٦١٤,٠	٤٥٦,٥	٥	٤,٨٣	٤٠,٠٠	٢٠٠,٠	٢٢٧,٠
١٧	ابيض	٢٢,٤٠	١٢,٨٠	٦٤,٠٠	٣١٠,٠	٢٣٤,٧	٥	٥,١٣	١٩,٥٠	٢٢٠,٠	٢٩٨,٠

قائمة المراجع

أولاً : الخرائط والصور الجوية :

(١) إدارة المساحة العسكرية (١٩٦٨) ، الصور الجوية :

أ- خط ٣٣ صور ١٢٥ / ١٢٦ / ١٢٧ / ١٢٨ / ١٢٩ / ١٣٠ / ١٣١ / ١٣٢ / ١٣٣ / ١٣٤ / ١٣٥ .

ب- خط ٣٤ صور ١٣٣ / ١٣٤ / ١٣٥ / ١٣٦ / ١٣٧ / ١٣٨ / ١٣٩ / ١٤٠ / ١٤١ / ١٤٢ / ١٤٣ / ١٤٤ / ١٤٥.

جـ- خط ٣٦ صور ١٦٥ / ١٦٦ / ١٦٤ / ١٦٣ / ١٦٢ / ١٦١ / ١٦٠ / ١٥٩ / ١٥٨ / ١٥٧ / ١٥٦ / ١٥٥ .

د- خط ٣٧ صور ٢١ / ٢٢ / ٢٣ / ٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧ / ٢٨ / ٢٩ / ٣٠ / ٣١، ١٦٧ / ١٦٦ / ١٦٥ / ١٦٤ / ١٦٣ / ١٦٢ / ١٦١ / ١٦٠ / ١٥٩ / ١٥٨.

هـ- خط ٣٨ صور ١٧ / ١٨ /١٩ / ٢٠ / ٢١ / ٢٢ / ٢٣ / ٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧.

و- خط ٣٩ صور ١٩ / ٢٠ / ٢١ /٢٢ /٢٣ /٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧ / ٢٨ / ٢٩.

ز- خط ٤١ صور ١٨٥ / ١٨٦ / ١٨٧ / ١٨٨ مشروع الوادى الجديد ، مقياس ١/٥٠٠٠٠

(٢) إدارة المساحة العسكرية، خرائط :

السد العالى NF 36 N 6 ،١٩٨٧، وادى جبيجة NF 36 K1 ،١٩٨٥،
جبل أبو مرو NF 36 01 ،١٩٩٢، العينات NF36 ja،
جبل حيمور NF 36 K4 ،١٩٨٩، وادى كرسكو NF36 j2 ،١٩٩٣،
بير أم حبال NF 3604 ،١٩٩٣، وادى العلاقى NF 36 K 3 ،١٩٩٢،
وادى حيمور NF 36 K 5 ،١٩٩٢، جبل نجديب NF 3601 a،
القاهرة، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠

(٣) إدارة المساحة العسكرية، خرائط :

أشندان NF 36 - 1 ،١٩٧٩، بير مر NF 36 - M ،١٩٨٤،
الكيس NF 35 - 4 ،١٩٨٦، أبوسمبل NF 36 J ،١٩٧٩،
السد العالى NF 36 N ،١٩٩٥، القاهرة، مقياس رسم ١ / ٢٥٠٠٠٠

(٤) **إدارة المساحة العسكرية ١٩٦٨ :**

منطقة خور توشكى صور ٣٧ / ١١، ٣٧ / ١٣، ٣٧ / ١٨١، ٣٧ / ١٧٧، ٣٧ / ١٧٥، ٣٧ / ١٧٣، ٣٧ / ١٧٩، ٥٨ / ٧١، ٥٨ / ٧٣، ٥٨ / ٧٧، ٣٨ / ١٧٧، ٣٨ / ١٧٥، ٣٨ / ١٧٣، مشروع الوادى الجديد، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠٠

(٥) **المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :**

لوحة ٣٦ – ٩أ دنقل ، ٣٦ – ١٠أ غرب دنقل، ٣٦ – ١٠أ جبل العصر ٣٦ – ١٥ ، إدارة المساحة، كرسكو ٣٦ – ١٧أ، العلاقى ٣٦ – ٧أ ، أبوسمبل ٣٦ – ٢١أ، غرب العلاقى ٣٦ –٨أ، جنوب بير نخيلة ٣٦ – ٢أ، شرق بير مر ٣٦– ١١أ ، بير كريم ٣٥ – ١٩ب ، بير مر ٣٦ –١٢أ، عطمور الكبيش ٣٥ – ٧ب، غرب جبل العصر ٣٦ – ١٤أ، شرق كسيبة ٣٦ – ١٣أ، عنيبة ٣٦– ١٦أ، بير نخلاى ٢٤، بير كسيبة ٣٥ – ١٨ب فى الفترة من ١٩٧٨ إلى ١٩٨٩. مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠.

(٦) **المؤسسة العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :**

خرائط رقم ٢٠٤، ٢٠٥، ٢٠٦، ٢٠٧، ٢٠٨، ٢٧٣، ٢٧٤، ٢٧٥، ٢٧٦، ٢٧٧، ٢٧٨، ٢٩٨، ٢٩٩، ٣٠٠، ٣٠١، ٣٠٢، ٣٠٣، ٣٧٠، ٣٧١، ٣٧٢، ٣٧٣، ٣٧٤، ٣٧٥، ٣٩٥، ٣٩٦، ٣٩٧، ٣٩٨، ٣٩٩، إدارة المساحة، مقياس رسم ١ / ٢٥٠٠٠.

(٧) **المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :**

الخرائط المصورة رقم ٧٠ بير مر، ٨٥ بير كريم، ٧٨، ٦٩، ٧٥، ٧٤ لوحة وادى العرب، ٧٩ بير أبو الحصين، ٦٧ دنقل ،٥٧،٥٨، ٨٢ جبل سرى، ٧٧، ٧٦ جبل العصر، ٦٨، ٦٤ بير نخلاى، ٨٣، ٦٦، إدارة المساحة، مشروع التصوير المغناطيسى، منطقة الوادى الجديد، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠.

(٨) **الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية (١٩٩٨) :**

خريطة الأراضى المتوقع إستصلاحها بمنطقة توشكى، الإدارة العامة للأراضى ، غير منشورة ١٩٩٨.

(٩) **الهيئة المصرية العامة للمساحة،خرائط :**

وادى أم سنبل	NF 36 J 5d	١٩٩١،	عرب الدكة	NF 36 N2b	١٩٩١،
كرسكو	NF 36 J5b	١٩٩١،	سيالة	NF 36 J6C	١٩٩١،

الدكة	NF 36 N3a	،١٩٩١	أبرهور	NF 36 N3d	،١٩٩١
جبل حمام	NF 36 J5C	،١٩٩١	شمال جبل حمام	NF 36 N2a	،١٩٩١
نصب قايدة	NF 36 J6b	،١٩٩١	وادى السبوع	NF 36 J 6a	،١٩٩١
كشتمنة	NF 36 N3b	،١٩٩١	أبوحنضل	NF 36 J5a	،١٩٩١
شرق جبل العصر	NF 36 J4c	،١٩٩١	غرب توشكى	NF 36 J4a	،١٩٩١
توشكى	NF 36 J4b	،١٩٩١	جبل مصمص	NF 36 J4d	،١٩٩١
جنوب برق السحاب	NF 36 N 1b	،١٩٩١	حتاب كرار		،١٩٩١

القاهرة، مقياس رسم ١ / ٥٠٠٠٠

(١٠) معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٩٧) ، خريطة حصر الأراضى وتصنيف التربة – منطقة جنوب الوادى، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة وأستصلاح الأراضى.

(١١) الهيئة المصرية العامة للبترول (١٩٨٧)، خريطة مصر الجيولوجية ١/ ٥٠٠٠٠٠ لوحة السد العالى، كونكو ، القاهرة.

ثانيا : المراجع العربية :

١- اسماعيل مصطفى أحمد (١٩٦٨): امكانيات التوسع الزراعى الأفقى فى جنوب الوادى الجديد المترتبة على مشروع السد العالى (بحيرة ناصر) ومشروعات مياة أعالى النيل . معهد التخطيط القومى ، الدورة التدريبية السابعة نوفمبر ، ٢٠٩ صفحة.

٢- امبابى، نبيل سيد وعاشور، محمود محمد (١٩٨٥): الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر، مركز الوثائق والبحوث الانسانية ، جامعة قطر ، الجزء الثانى ، الدوحة.

٣- برسيم، سعيد زهران (بدون تاريخ) : اقتصاديات استصلاح الأراضى بالوادى الجديد، معهد التخطيط القومى ، الدورة التدريبية الحادية عشر، القاهرة .

٤- تراب، محمد مجدى (١٩٨٨): حوض وادى بدع جنوب غرب السويس : دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية، غير منشورة.

٥- التركماني، جودة فتحي (١٩٩٦): منطقة الحمادة بالمملكة العربية السعودية ، دراسة في جيومورفولوجية الصحاري ، رسائل جغرافية ، الجمعية الجغرافية الكويتية، يناير ، العدد ١٨٨.

٦- التركماني، جودة فتحي (١٩٩١): جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادي دهب – الغائب بشبه جزيرة سيناء ، مجلة بحوث كلية الآداب جامعة المنوفية ، العدد الخامس ، أبريل ، ص ص ٧١-١٤٤.

٧- التركماني، جودة فتحي (١٩٨١): منخفض واحة الفرافرة ، دراسة في الجغرافيا الاقليمية ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، غير منشورة.

٨- التوني، يوسف (١٩٦٣): معجم المصطلحات الجغرافية ، دار الفكر العربي ، القاهرة.

٩- جودة، جودة حسنين (١٩٨٠): دراسات في الجغرافيا الطبيعية للصحاري العربية، دار النهضة العربية ، بيروت .

١٠- جودة، جودة حسنين (١٩٦٤): الاكتساح والنحت بواسطة الرياح ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية ، ص ص ١٥٧-١٧٦.

١١- حسن، محمد نجيب ومصطفى، مصطفى خضر (١٩٦٩): أصول البيدولوجي، المكتب المصري الحديث للطباعة والنشر ، الاسكندرية .

١٢- حمدان، عبدالله الفضيل (١٣٩٦هـ) : تكوين الصحاري ، ندوة الصحراء أخطارها وامكانيات استغلالها ، الجمعية السعودية لعلوم الحياة ، جامعة الرياض ، ص ص ٥-٢٦.

١٣- دهب، أحمد حسين (١٩٩٧): توشكى ، البيئة ، التراث ، النهضة ، المركز العربي للدعاية والنشر، القاهرة .

١٤- سليم، محمد صبري محسوب (١٩٩٢): صحراء مصر الغربية ، دراسة في الجغرافيا الطبيعية .

١٥- ابو العز، محمد صفي الدين (١٩٦٨): مورفولوجية الأراضي المصرية ، دار النهضة العربية ، القاهرة.

١٦- ابو العز، محمد صفي الدين (١٩٧٦): قشرة الأرض ، دراسة جيومورفولوجية، دار النهضة العربية ، القاهرة .

١٧- ابو عياش، عبدالاله (بدون تاريخ): الاحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية ، وكالة المطبوعات ، الكويت .
١٨- ابو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٨١): اصول الجغرافيا المناخية ، الطبعة الأولى، الدار الجامعية للطباعة والنشر ، بيروت .
١٩- أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٨٩): اصول الجيومورفولوجيا، دراسة الآشكال التضاريسية لسطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية.
٢٠- عزت، محمد على (١٩٧٤): استغلال المياه الأرضية لمشروع الوادى الجديد، الصورة الاقليمية للهيدرولوجيا ، الجزء الأول ، موسوعة هيدرولوجية المياه الأرضية بجمهورية مصر العربية ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ، الجهاز التنفيذى للمشروعا الصحراوية .
٢١- غلاب، محمد السيد والجوهرى، يسرى (١٩٦٨): الجغرافيا التاريخية ، عصر ماقبل التاريخ وفجره ، الطبعة الأولى ، الانجلو المصرية.
٢٢- غيضان، أحمد ماهر (١٩٩٥): مشروع توشكا ، علوم المياه ، المركز القومى لبحوث المياه ، العدد الثامن عشر ، اكتوبر ، ص ص ١٨-٢٣.
٢٣- المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨): الوادى الجديد : تحليل ودراسات ، الادارة العامة للتخطيط والمتابعة ، ابريل ، غير منشور.
٢٤- مجلس الوزراء (١٩٩٧): مصر والقرن الحادى والعشرون ، كتاب الأهرام الاقتصادى ، العدد ١١٤ ، يوليو ١٩٩٧.
٢٥- مصطفى، أحمد أحمد (١٩٨٢): حوض وادى حنيفة بالمملكة العربية السعودية، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية، غير منشورة .
٢٦- معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٩٧): تقرير عن الحصر التصنيفى لأراضى جنوب الوادى ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ، مركز البحوث الزراعية ، فبراير ، غير منشور.
٢٧- لاهى، فردريك هـ (١٩٦١): جيولوجيا الحقل ، ترجمة فتح الله عوض وآخرون ، دار النهضة العربية ، القاهرة .
٢٨- يوسف، أحمد فوزى (١٩٨٧): البيدولوجى : نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضى، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، الرياض .

ثالثاً : المراجع الأجنبية :

1. Awad, K.W. & El Sorady, Abdel R.I. (1987): Report on Geophysical Studies for Ground Water At ABU Simbil-Tushka Area. (South Western Desert), the Ministry of Petroleum and Mineral Resources, the Egyptian Geological Surey, and Mining Authority, Oct., p. 41.
2. Barrett, Y. et al., (1980): "The Shape of Rock Particles, a Critical Review". Sedimentology, Vol. 27, pp. 291-303.
3. Beaumont, P., (1972): "Alluvial Fans Along the Foothills of the Elburz Mountains. Iran", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology, Vol. 12, pp. 251-272.
4. Blackwelder, E., (1975): "The Lowering of playas by Deflation", in : J.T. Neal, Ed., Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development, Bowen, Halsted Press Stroudsburg. Pennsyivania, pp. 297-301.
5. Bloom, A.L., (1979): Geomorphology: A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms, Prentice-Hall of India, New Delhi.
6. Clarke, J.I., (1966): "Morphometry from Maps", in : G.H. Dury, ed., Essays in Geomorphology, Heinemann, London, pp. 235-274.
7. Cooke, R., (1970): "Stone Pavements in Deserts", Ann. of the Assoc. of Am. Geogr., Vol. 60, pp. 560-577.
8. Cooke, R.U. & Dornkamp, J.C. (1974): Geomorphology in Environmental Management: An Introduction, Clarendon Press, Oxford, London.
9. Cooke, R.U. & Warren A., (1973): Geomorphology in Deserts, B.T. Batsford LTD, London.
10. Crowe, S., (1979): "Forestry and Land Use", in : Derek Lovejoy (ed.) Land use and Landscape Planning, Second edition, Leonard Hill, Bishopbriggs, Glaogow.
11. Dales, J T. & Pewe T.L., (1979): "Origin and Rate of Desert Pavement Formation: A progress Report", J. Arizona Ac. Sci., Vol. 14, p. 84.
12. El-Demerdash, S et al., (1978): "Geomorphology, Genesis and Formation of Tushka and Dakka Soils Lake Nasser Region". Desert Inst. Bull., A.R.E., Vol. 28, No 2, pp. 289-399.
13. Embabi, N.S (1982): "Barchans of the Kharga Depression", in: El Baz, F. & Maxwell (eds), Desrt Landforms of Southwest Egypt, A Basis for Comparison with Mars, NASA, Washington D.C , pp 141-157.
14. Evans, L.Y. (1978): "Quantification and Pedological processes", in. W C. Mahaney, ed , Quaternary Soils, University of East Anglia, Norwich, England, pp. 361-378

15. Geofizıka Co., Zagreb - yugoslavia (1966): Regional Geological and Geophysical Explorations and Topographic Mapping of South Kharga and Tushka Area. New Valley Project, Egypt, Final Report, Vol. 1, Geology and Geophysics, E.G.D.D.O., Cairo, p. 84.
16. Giusti E.V. & Schneider, W.J (1965): The Distribution of Branches in River Networks, Geol. Survey Professional Paper No 422 - G, U.S.A., Washington, pp. 1-10.
17. Gregory, R.J. (1977): "Stream Network Volum: An Index of Channel Morphometry", Geol. Soc. of Am. Bull. vol., 88, August, pp. 1075-1080.
18. Issawi, B. & El Hinnawi M. (1982): Kharga Oasis; A case Study Impact of Some Environmental Factors on Development, Remote Sensing Center, A Cademy of Scientific Research and Technology, Cairo, Egypt. February, 30 p.
19. Kugler H. et al., (1978): "Maps of Geomorphological Regions", in: Demek, J. & Embleton, C., eds., Guide to Medium - Scale Geomorphological Mapping, E. Schweizerbartshe Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 248-255.
20. Langbein, W.B. & Schumm, S.A. (1982): "Yield of Sediment in Relation to mean Annual Precipitation", in: jonathan B. Labronne, & M. Paul Mosley, eds., Erosion and Sediment Yield, hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Penasylvania, pp. 181-189.
21. Leopold, L.b. et al. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology, W.H. Freeman and Company, S. San Francisco.
22. Mabbutt. J.A. (1977): Desert Landforms· An Introduction to Systematic Geomorphology, Vol. 2, the MIT Press, Cambridge, massachusetts.
23 Melton, M.A. (1958): "Geometric Properties of Mature Drainage Systems and Their Representation in An E4 Phase Space", J. Geol., Vol. 66, No. 1, pp. 35-56.
24. Meteorological Authority, Climatological normals for the Arab Republic of Egypt up to 1975, Ministry of Civil A viation, Cairo.
25 Moore, W.G. (1968). A Dictionary of Geography, Penguin Books, 4 ed., hazell Watson & Viney LTD, Eylesbury, Bucks, Great Britain.
26. Masley, M.P. & parker, R.S. (1973): "Re-evaluation of the Relationship of Master Streams and Drainage Basins: Discussion", Geol. Soc. Am. Bull., V. 84, pp. 3123-3126.
27 Neal, J T. (1975): Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development, Bowen, halsted Press. Strsudsburg, Pennsylvania, pp. 1-8.
28. Neal, J T. (1975). "Playa Suface Features and Indicators of Environment", in: James T. Neal. ed., Playas and Dried Lakes, Occurrence and Development, bowen, Halsted Press, Stroudsburg, pennsylvania, pp. 363-388.

29. Neal, Y.T. & Motts W.S. (1967): "Recent Geomorphic Changes in Playas of Western United States", The jour. of Geol., Vol. 75 Number 5, pp. 511-525.
30 Neal, J.T. et al. (1968): "Gaint Desiccation Polygons of Great Basin Playas", Geol. Soc. of Amer. Bull., Vol. 79, January, p.p 69-90.
31. Ollier, C D. (1978): "Terrain Classification: Methods, applications and Principles", in: John R. hails. Applied geomorphology, Elsevier Scientific Publishing company, Oxford.
32. Petts, G.E. (1983): Rivers: Sources and Methods in Geography, Butterworths, London.
33. Reeves, C.C. Jr. (1975): "Pluvial Lake Basins of West Texas", in: I.T. Neal ed., Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development, Bowen, Halsted Press, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 150-173.
34. Riad S. et al., (1987): "Basement map of Aswan - Toushka Area Western Desert, A.R.E.", Bull. Fac. Sci. Qena (Egypt) 1(1). pp 111-119.
35. Riad S. et al., (1987): "Magnetic Trends and Basement Tectonics in Aswan - Taushka Area. Western Desert. A.R.E", Bull. Fac. Sci. Qena (Egypt), Vol. 1, pp. 121-142.
36. El-Shazly, E M , et al. (1977): Geology and Groundwater conditions of Tushka Basin Area, Egypt, Utilizing Landsat Satellite Images, Remonte Sensing Center, A Cademy of Scientific Research and Technology, April, 74 p.
37. Shreve L. (1966): "Statistical Law of Stream Numbers", J. Geol. Vol. 74, pp. 17-37.
38 Small R.J. (1978): The study of landforms, A Textbook of geomorphology, 2ed., Cambridge University Press, Cambridge, London.
39. Snyder, C.T. (1975): "A Hydrologic Classification of Valeys in The Great Basin, Western United States", In: J.T. Neal, ed. Playas & Dried Lakes Occurrence and Development, Bowen, Halsted Press, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 113-119.
40. Strahler N A. (1972): "Equilibrium Theory of Erosional Slopes Approaches by Frequency Distribution analysis", In: Stanley a. Schumm ed., River Morphology, Benchmark papers in Geology, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stoudsburg, pennsylvania, pp. 230-233.
41 Strahler N.A. (1968). Introduction to Physical Geography, New York.
42. Survey of Egypt, Sheets Adidan (1944), Tushka (1944), kurusku (1943), El Diwan (1944), Seiyala (1944), El Allaqi (1944), Kalabsha (1943), Aswan (1940), Scal 1: 100000 & Tushka 1947, Scal 1: 25000.
43. Tamer, M A et al. (1987) "Inter - Relationship Between the High Dam Reservior and the Groundwater in its Vicinity", Aswan Sc. Tech Bull, Vol 8, pp 369-394

44. Tandy, R.V.C. (1979): "Industrial Land Use and Dereliction", In: Derek Lovejoy (ed.), Land Use and Landscape Planning, Second edition, Leonard Hill, Bishopbriggs, Glasgow.
45. Twidale C.R. & Wapfner, H.K. (1981): "Eolian Landforms of Central Australia, Adiscussion", Z. Geomorphology, Vol. 25, No. 3, September, pp. 353-358.
46. Verstappen, H. Thr. (1983): Applied Geomorphology, Elsevier, New York.
47. Ward, A.W. (1979): "Yardangs on Mars; Evidence of Recent Wind Erosion", Jour. of Geophysical Research, Vol. 84, No. B 14, December.
48. Ward, A.W. & Greeley, R. (1984): "Evolution of the yardangs at Rogers lake, California", Geol. Soc. of Am. Bull., Vol. 95, pp. 829-837.
49. Wolman, M.G. & Miller, J.P. (1982): "Magnitude and Frequency of Forces in Geomorphic Processes", In: Jonathan B. Laronne & M. Paul Mosley, eds., Erosion and Sediment Yield, Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 13-33.
50. Young, A. (1972): Slopes, Oliver & Boyd, Edinburgh.

Tushka depression is, nevertheless, the most economically promising part of the area under consideration. Thus special emphasis is given to its morphology and development. Covering some 26.87% of total area of Tushka (13140 Km^2), Tushka depression is located almost in its very center. Its most prominent geomorphic features include: scrapes, hammocky hills, bolsons, pediplains, sand dunes ..... etc. and all the other morphological features dominant in the south eastern extremity of the western desert of Egypt. The network of dry wades in Tushka depression is characterized by very low density and frequency as shown in the bifurcation ratio which ranges between 3 to 7.

Khor Tushka is the second most significant geomorphic feature, with a total length of approximately 930 Km forming one of the old trunk dry valleys which debauch in the Nubian reach of the Nile of upper Egypt. The formation of lake Nasser following the construction of the High Dam have converted it to an arm extension of lake Nasser. However the longitudinal profiles of it's tributaries are generally still concave denoting fluvial erosion, whilst the trunk valley of Khor Tushka is present-still witnessing large scale deposition.

The main channel of Khor Tushka belongs to the sixth order according to Strahler's method with a bifurcation ratio of 4.8. The analysis has shown a low drainage density (1.36 Km/Km^2) which is attributed to the controlling influence of exposed igneous formation.

After the complete filling of lake Nasser, Tushka canal was drilled as a spillway conducting the surplus water from lake Nasser to Tushka depression during high inundations with a total length of 22 Km (the volume of water drained to the depression in 1998 was 4784 $m.m^3$).

The huge development project of Tushka is confined to eastern part of Tushka depression where pedo-geological studies have indicated its suitability for agricultural development. The total arable area which could be put under the plough is estimated to be 0.87 million feddans. Priority is given to some 540000 feddans which may lead to the emergence of 27 new agricultural agglomerations. This entails digging some 67 kilometers irrigation canal taken from a huge hydro-electric pumping station on the western bank of lake Nasser.

* * *

THE GEOMORPHOLOGY OF TUSHKA
AND
DEVELOPMENT POTENTIALITIES

Tushka area is located in the south eastern part of the western desert of Egypt covering an area of about 49000 km^2. The area under consideration is situated between latitudes 22° - 24° N. and longitudes 29° 30′ 33E.

The two prominent geomorphological features in the study area are Tushka depression and Khor Tushka. Their areas are 13140 and 680 Km^2 respectively. Khor Tushka represents an arm extending from lake Nasser whilst Tushka depression is considered one of the typical depressions of the western desert of Egypt.

Structurally; the investigated area was affected by two uplifting movements which culminated in the in the formation of NE - SW two anticlines and one syncline in between. A number of faults dissect the area with N-S, E-W and NE - SW trends.

The most significant geomorphic processes which have contributed to moulding the earth's surface in the area under consideration are : mechanical and chemical weathering (the former is the most dominant), eolian and fluvial erosion. Wind action, however, is the main process behind landscape interpretation testimonial to that, eolian deposition reaches 218800 ton/year, whereas fluvial transported materials are only confined to the peripheries of lake Nasser along the eastern part of the area under review, with a total volume of approximately 1361000 ton/year.

Degradational landforms in Tushka area such as: dry valleys, bolsons, inslbergs and pediplains are widely distributed. Most of these features have been accurately located and mapped as depicted in the geomorphic map of Tushka. Aggradational landforms such as alluvial fans, playas, sands sheets and dune formation where also taken into account.

THE GEOMORPHOLOGY OF TUSHKA
AND
DEVELOPMENT POTENTIALITIES

Gouda F. Altorkomani
Faculty of Arts - Cairo University

1999

GEOGRAPHICAL RESEARCH SERIES

An Occasional Publication of Recent Egyptian Contributions in the Field of Geographical Research

The primary aim of this new series of publications is to foster and encourage current researches carried out by professional Egyptian geographers It also contributes to familiarizing relevant institutions in other parts of the world with the ongoing research activities sponsored by the Egyptian Geographical Society. To this end particularly, contributions based on original field investigations and the stimulation of topics on the methodological nature of geography and those stressing on the utilitarian and applied horizons of geography- are invited. This new series will also facilitate direct access of the Arab geographical audience to the achievement of Egyptian geographers; an objective which will ultimately lead to a closer and more fruitful scientific cooperation between Arab Geographers. The Geographical research series will also encourage the publication of condensed abstracts and summaries of M.A. and Ph.D. dissertations ratified by Egyptian and Arab Universities.

The Egyptian Geographical Society hopes that this new publication will attract valuable contributions from both the Arab and international geographical communities.

THE EGYPTIAN
GEOGRAPHICAL SOCIETY



THE GEOMORPHOLOGY OF TUSHKA

AND DEVELOPMENT POTENTIALITIES

GEOGRAPHICAL RESEARCH SERIES 1999 No. 4